Auriza Lopes de Barros

Edifícios Inteligentes e a Domótica

Proposta de um Projecto de Automação Residencial utilizando o protocolo X-10

Universidade Jean Piaget de Cabo Verde

Campus Universitário da Cidade da Praia
Caixa Postal 775, Palmarejo Grande
Cidade da Praia, Santiago
Cabo Verde

02-09-10

Auriza Lopes de Barros autora da monografia intitulada Edifícios Inteligentes e a Domótica, declaro que, salvo fontes devidamente citadas e referidas, o presente documento é fruto do meu trabalho pessoal, individual e original.

Cidade da Praia, 7 de Setembro de 2010
Auriza Lopes de Barros

Memória Monográfica apresentada à Universidade Jean Piaget de Cabo Verde como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia de Construção Civil

Sumário

Neste trabalho faz-se um estudo sobre o conceito edifício inteligente, onde se incluem as tecnologias que permitem a gestão de todos os recursos habitacionais (domótica). Para melhor compreender o assunto, inicialmente define-se o conceito edifício inteligente de acordo com várias instituições e personalidades, seguido de uma breve revisão histórica e o levantamento dos casos existentes a nível internacional. Faz-se uma análise sobre as funções da domótica, e descrevem-se os principais protocolos utilizados em automação residencial, destacando aspectos gerais sobre os mesmos, como praticidade, vantagens e desvantagens. Neste contexto, é proposto um projecto de automação residencial utilizando o protocolo X-10, no qual são abordadas algumas técnicas, que permitem fazer a gestão inteligente da energia, e o controlo de segurança. Este conceito tem sido muito aplicado internacionalmente, apresentando como uma boa solução para a sustentabilidade dos edifícios.

PALAVRAS-CHAVE: edifícios inteligentes, automação residencial, domótica, protocolo de comunicação, integração de sistemas**.**

Dedicatória

A Deus por iluminar sempre meu caminho.

Aos meus Pais, pelo apoio, compreensão, e encorajamento.

Aos meus irmãos, por todo o apoio.

Ao meu namorado, pelo amor, paciência, companheirismo.

Agradecimentos

"Nunca poderemos ser suficientemente gratos a Deus, a nossos pais e aos nossos mestres"

(Aristóteles)

A Deus, por ter me dado forças e conhecimento para que pudesse experimentar mais esta realização.

Aos meus Pais pelo sacrifício, luta, dedicação e incentivo aos estudos dos filhos, apesar das dificuldades, sempre estimulando o conhecimento, e os novos desafios, acreditando que a educação leva ao desenvolvimento intelectual e pessoal.

À minha irmã Sandra, e aos meus irmãos Lucindo, Celestino, Felismino, Edmilsom e Júlio que me apoiaram durante este trajecto.

Ao meu namorado, pelo amor, paciência, companheirismo e apoio irrestrito durante a realização deste trabalho.

Ao meu orientador, o Eng.º José Mário Pina, pela honra de ter sido sua orientanda. Seu constante apoio, incentivo, e competência foram essenciais para a realização deste trabalho.

Ao professor Eng.º José Andrade pela confiança, colaboração, e incentivo.

Aos professores da Universidade por estimularem a construção do conhecimento.

Ao amigo, professor Joaquim Moreira, pela colaboração, e apoio.

Aos meus caros amigos e colegas Lourdes, Fátima, Helena, Ruth, Maria Emília, Adriano, Agnelo, Norberto, Eliseu Brito, Eliseu Furtado, Jeremias, e Carlos Waldir com os quais tive proveitosas horas de estudo, pelas agradáveis e inúmeras horas de lazer, sem as quais não conseguiria manter-me firme nessa longa jornada.

À empresa Imparset – Portugal e á empresa Casale Automação – Brasil por gentilmente terem cedido documentos para a realização do trabalho.

Aos colaboradores e entrevistados que responderam ao questionário da pesquisa.

A todos os demais amigos, e funcionários da Universidade Jean Piaget de Cabo Verde, que contribuíram directa ou indirectamente na realização de mais este trabalho.

Epígrafe

Só existem dois dias do ano em que não
podemos fazer nada. O ontem e o amanhã.
Seja a mudança que você deseja ver no mundo.
Mahatma Gandhi

Abreviaturas e Siglas

AC	Alternating current – Corrente alternada
AURESIDE	Associação Brasileira de Automação Residencial
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
ANSI/TIA/EIA	Norma Americana para cabeamento – 570A
CEBus	Consumer Electronics Bus
CFTV	Circuito Fechado de Televisão
DVD	Digital Video Disc
EIA	Eletronics Industries Allience- Associação de Indústrias Eletrônicas
EIB	European Installation Bus
EIBA	European Installation Bus Association
EIBG	European Intelligent Builiding Group
EHS	European Home Systems
ETS	Engineering Tool Software
GBC	Green Building Council
HAN	Home Area Networks
HBS	Home Bus System
IBI	Intelligent Buildings Institute
IBSC	Intelligent Building Study Committee
LAN	Local Area Network
LON	Local Operating Network
NAHB	National Association of Home Builders
PC	Personal Computer
PDA	Personal Digital Assistant
PLC	Power Line Communications

R F	Rádio Frequência
RFID	Radio-Frequency IDentification - Identificador por rádio frequência
TV	Televisão
WAP	Wireless Application Protocol
W	Watt

Conteúdo

Tabelas

Figuras

Introdução

O homem sempre procurou protecção e passou a aprimorar suas edificações, e suas necessidades. Com a evolução tecnológica passou a concentrar esforços de adaptação a novos materiais, passando pela aplicação de novos sistemas, conceitos construtivos e novas tecnologias.

Um novo modelo comercial e tecnológico de empreendimentos vem ganhando forças nos últimos anos. Conhecidos como edifícios inteligentes, esses empreendimentos combinam desenho arquitectónico e tecnologias avançadas, integradas e desenvolvidas conjuntamente (domótica).

A domótica ou simplesmente automação residencial, é conhecida como responsável pelo projecto de edifícios inteligentes, faz parte de uma área da engenharia/informática que tem vindo a expandir-se ao longo dos últimos anos, em diversas partes do mundo especialmente no Japão e nos Estados Unidos. Oferece um conjunto de benefícios aos seus utilizadores, nomeadamente uma melhor gestão e poupança energética, aumento da segurança dos edifícios e conforto proveniente da automação de determinadas tarefas e actividades. Numa casa domótica, existe também a possibilidade de um melhor aproveitamento das energias renováveis produzidas em casa, tais como a energia solar ou a eólica.

Os processos de automatização dos edifícios utilizam vários protocolos de comunicação, que permitem a integração dos diversos elementos/subsistemas do sistema domótico (sensores

actuadores, subsistema de segurança, energia e outras). Neste trabalho dá-se mais ênfase ao protocolo de comunicação X-10. Desenvolveu-se um projecto de automação residencial simples e de baixo custo, e que tem por objectivo fazer a gestão de energia eléctrica e o controlo de segurança, utilizando para este fim o protocolo de comunicação X-10.

Com o crescimento do mercado de automação residencial, e as novas opções de uso das tecnologias inteligentes na construção civil, é necessário o aprofundamento das discussões dos grandes temas do sector, como a crescente aplicação de sistemas automatizados, sobretudo na elaboração de projectos de construção civil, bem como no desenvolvimento de novos materiais (Pinheiro, 2004, apud Ishimura).

É nesse contexto que o presente trabalho foi desenvolvido. Trata-se, portanto, de um tema novo e em fase embrionária no meio técnico, em especial, na área de engenharia civil.

Objectivos

Este trabalho tem como objectivo principal apresentar uma proposta alternativa de projecto de automação residencial utilizando o protocolo de comunicação X-10.

Destacam-se outros objectivos que servem de base para o desenvolvimento do objectivo principal, designadamente:

⇒ Fazer uma revisão histórica sobre os edifícios inteligentes;

⇒ Identificar as vantagens e inconveniências dos edifícios inteligentes;

⇒ Descrever a organização dos sistemas e serviços nos edifícios inteligentes;

⇒ Investigar os conceitos sobre a domótica;

⇒ Analisar as funções da domótica;

⇒ Descrever as tecnologias e aplicações empregue nos edifícios inteligentes;

⇒ Desenvolver e aplicar um questionário aos profissionais e alunos da construção civil em Cabo Verde, que avalie o nível do conhecimento sobre os edifícios inteligentes e a domótica;

Estrutura da Monografia

O presente trabalho está dividido em quatro capítulos e uma conclusão, em que abordam os seguintes assuntos:

No primeiro capítulo apresentam-se vários conceitos sobre os edifícios inteligentes, acompanhados de uma pequena revisão histórica. A seguir faz-se um breve levantamento dos edifícios inteligentes existentes no mundo. Por fim apresentam-se os objectivos, as vantagens, as inconveniências, o custo e o retorno de capital investido nos edifícios inteligentes.

No segundo capítulo define-se a domótica e apresentam-se os dispositivos que constituem uma rede domótica. Faz-se ainda uma pequena discrição dos níveis da automação, a forma de controlo de diferentes dispositivos, o meio de comunicação e as funções da domótica.

No terceiro capítulo são descritos algumas tecnologias domóticas. Descrevem-se os sistemas de intercomunicação de aparelhos domóticos, nomeadamente X-10, CEBus, LonTalk e EIB.

No quarto capítulo faz-se a apresentação do projecto proposto de automação residencial. São descritos os dispositivos utilizados e apresentam-se os detalhes de instalação de cada dispositivo. Por fim faz-se uma estimação do custo total do projecto proposto.

Capítulo 1 Edifícios Inteligentes

1.1. Introdução ao conceito

O termo edifício inteligente vem do seu correspondente em inglês *intelligent building* ou *smart building*, que surgiu no começo da década de 80, nos Estados Unidos da América. Nessa época, o uso do termo edifício inteligente era usado para induzir os conceitos de alta qualidade e possibilidade de retorno rápido do dinheiro investido.

A definição de edifícios inteligentes é bastante desencontrada, e até hoje não existe uma definição padrão, existindo contudo várias propostas que são a seguir apresentadas.

Do *Intelligent Buildings Institute* **(**IBI) dos Estados Unidos da América define um edifício inteligente como "aquele que fornece um ambiente produtivo e de custo viável através da optimização de seus quatro elementos básicos: Estruturas (componentes estruturais do edifício, elementos de arquitectura, acabamentos de interiores e móveis), Sistemas (controle de ambiente, aquecimento, ventilação, ar-condicionado, luz, segurança e energia eléctrica), Serviços (comunicação de voz, dados, imagens, limpeza) e Gestão (ferramentas para controlar o edifício), além da inter-relação entre eles." Os edifícios inteligentes ajudam os seus proprietários, gestores e ocupantes a atingir os seus objectivos sob as perspectivas do custo, conforto, adequação, segurança, flexibilidade a longo prazo e valor comercial (Neves, 2004).

Já o *European Intelligent Builiding Group* (EIBG) do Reino Unido define como “aquele que cria um ambiente que permite às empresas atingirem seus objectivos de negócios e maximiza a produtividade de seus utilizadores ao mesmo tempo, e também um controlo eficiente dos recursos com um prazo mínimo de retorno dos gastos” (Sgavioli).

No decorrer dos anos a *Intelligent Building Study Committee* (IBSC) do Japão apresenta uma outra definição de edifício inteligente sob três pontos de vista: “o prédio deve possuir: (a) um bom ambiente para as pessoas e os equipamentos, (b) bom suporte para alta produtividade dos trabalhadores de escritório e, (c) boa segurança patrimonial, individual, contra incêndio, e operação altamente económica” (Maeda, 1993).

Embora sem uma definição formal, os edifícios inteligentes eram intensamente relacionados à utilização de alta tecnologia. Em Simpósio Internacional realizado em Toronto, em Maio de 1985, surgiu a seguinte definição: “um edifício inteligente combina inovações tecnológicas ou não, com capacidade de controlo, para maximizar o retorno do investimento” (Gomazako, 2007).

De acordo com a *Associação Brasileira de Automação Residencial* (AURESIDE) o conceito de edifício inteligente envolve mais que a parte do projecto eléctrico. Normalmente é aplicado aos novos edifícios e envolve um estudo rigoroso que vai desde a localização do edifício até seus impactos ambientais, passando por todas as variáveis técnicas existentes nos projectos eléctricos e hidráulicos.

Outras referências, procuram utilizar novos conceitos para melhorar ou incrementar a inteligência num edifício. Por exemplo (Wong, Li e Wang, 2005, apud Cavalcante, 2007) alegam que o conceito de inteligência predial acentua a multidisciplinaridade exigida para integrar e aperfeiçoar as estruturas, os sistemas e os serviços necessários na constituição do ambiente ocupado e utilizado. A habitabilidade de aprendizado e desenvoltura da adaptação do ambiente por seus ocupantes resume o conceito de inteligência predial. Isto significa a capacidade de aprendizado e ajustamento das necessidades dos ocupantes e do espaço construído e não o uso individual, ou organizacional e ambiental requerido por esse espaço.

Um edifício inteligente difere das tradicionais por dois motivos (Bolzani, 2004):

1. Utiliza dispositivos que desenvolvem funções extras contribuindo para a gestão da residência, substituindo ou complementando os tradicionalmente usados (figura 1).

2. Utiliza conceitos modernos de arquitectura e de construção, possibilitando o uso mais apropriado de fontes naturais de energia, reduzindo a taxa de utilização de equipamentos de iluminação, ventilação, aquecimento e arrefecimento, reduzindo por consequência, o consumo de energia eléctrica.

Figura 1: Edifícios inteligentes
Fonte: Bolzani, 2004

Fazendo uma pequena analise das definições apresentadas acima pode-se verificar que a definição apresentada pelos americanos leva-nos a acreditar que a construção dos edifícios inteligentes está relacionada principalmente com aspectos económicos e de organização. O conceito sugerido pelos japoneses é baseado, nos aspectos ligados à segurança da edificação e no uso racional de energia. No pensamento europeu este tema está ligado não só a objectivos económicos e técnicos, mas também relacionado a saúde e bem-estar de seus utilizadores, além de terem um objectivo ecológico embutido nestas aplicações tecnológicas.

Neste trabalho, os edifícios inteligentes, serão observados como aqueles que fazem o uso dos novos conceitos tecnológicos para criar um ambiente produtivo, uma estrutura sustentável, a um custo viável, tendo em vista factores como conforto, segurança, economia de energia e respeito ao meio ambiente.

1.2. Revisão histórica

No princípio da década de 70, a divulgação dos microcomputadores, levou ao aumento da aplicação dos sistemas de controlo, os quais passaram a permitir a automação e a supervisão de equipamentos mais sofisticados e em maior número.

Nos meados da década de 70, a primeira crise petrolífera contribuiu decisivamente para a implantação destes sistemas, colocando em primeiro plano todos os aspectos relacionados com uma gestão energética mais racional.

Nos finais dos anos 70, o sistema de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC) foram os primeiros sistemas de edifícios a serem electronicamente controlados. Os chips de computadores permitiram o controlo destes sistemas, através de sensores localizados, permitindo respostas e alterações rápidas e mais precisas das condições climáticas.

Esta tecnologia favoreceu o início do desenvolvimento da ideia de tornar os edifícios providos de inteligência, podendo assim responder aos requisitos do ambiente natural, não existindo porém a integração.

Um pouco mais tarde, já em 1978 o *Mass United Technologies*, em Cambridge – UK, realizou a primeira integração de vários edifícios (134) num só sistema, que controlava 2.400 pontos e custou 5.5 milhões de dólares. Esta quantia ficou amortizada ao cabo de dois anos, contabilizando tão-somente a economia energética.

Nos anos 80 surgem novos requisitos de conforto, de segurança, de flexibilidade dos locais de trabalho, com novas e maiores necessidades de serviços de telecomunicações e de processamento de informação. Isso deu origem ao aparecimento, nos edifícios, de três sistemas fundamentais:

- ⇒ O sistema de automação e gestão de edifícios, responsável pelo controlo das instalações técnicas, pela detecção de incêndios, pela gestão energética, pelo controlo da iluminação, pela climatização, etc.
- ⇒ O sistema de telecomunicações, envolvendo comunicações de voz e de dados, a comunicação com o exterior dos edifícios, etc.
- ⇒ O sistema computacional, que inclui sistemas de informação, escritório electrónico, sistemas de apoio à decisão, automação de procedimentos administrativos, etc.

"Foram todos estes aspectos referidos e também a própria transformação da sociedade industrial na sociedade informática dos nossos dias, a necessidade de oferecer flexibilidade, de se adaptar a novas tecnologias e a novos requisitos, que deram origem ao aparecimento do conceito de edifício inteligente" (Nunes Renato, 1995).

1.3. Exemplos de edifícios inteligentes

Descreve-se a seguir alguns exemplos de edifícios, que incorporam em seus projectos e execução, tecnologias de automação e controlo predial.

⇒ Edifício da AT&T- Sony Center

O primeiro edifício inteligente no mundo, foi o edifício sede da companhia telefónica AT&T (Figura 2), hoje Torre Sony em New York, construído em 1984, projecto de Philip Johnson e John Burgees, é considerado um ícone da arquitectura pós-moderna, com 37 andares e 197 m de altura, e possui uma estrutura altamente flexível, permitindo modificações em seus interiores (Neves, 2002, p.17).

Figura 2: Edifício da AT&T (Sony Center) – NY
Fonte: www.emporis.com

⇒ Edifício Lloyd's

O edifícios de companhia de seguros Lloyd's, foi projectado pelo arquitecto Richard Rogers, e construído em Londres no inicio da década de oitenta, mais concretamente em 1986. Possui 95 metros de altura, 14 andares, e é considerado um modelo de edifício inteligente.
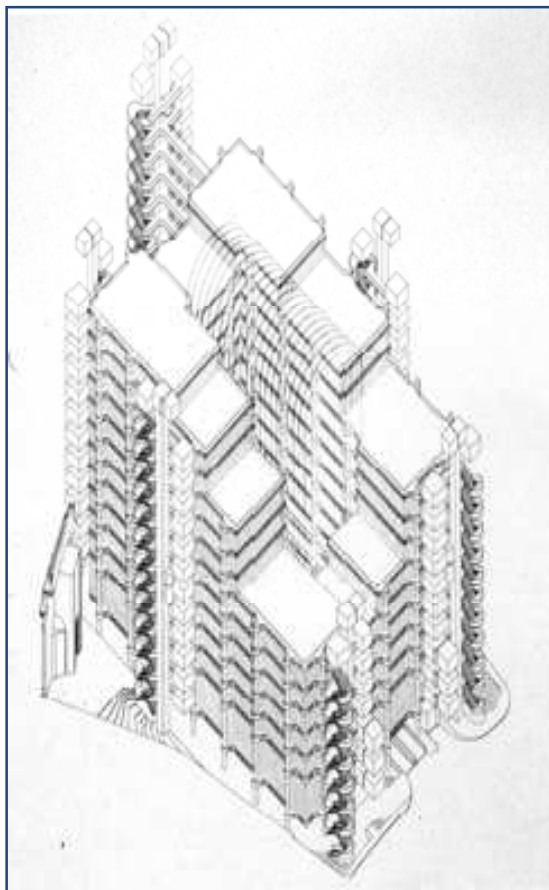
Figura 3: Representação 3D do edifício
Fonte: Neves, 2002, P.17

Figura 4: Edifício da Lloyd's
Fonte: Neves, 2002, P.17

Seus serviços, com elevadores, escadas, banheiros, ficam em seis torres periféricas, permitindo uma independência na manutenção e actualização dos sistemas empregados e a revitalização da edificação. A intenção deste edifício flexível conforme seu arquitecto Richard Rogers, é que sua estrutura dure cinquenta anos, o sistema de ar-condicionado quinze e as comunicações cinco. O sistema de gestão do edifício incluía avançados sistemas tecnológicos mas faltava-lhe integração entre eles, ou seja automação era localizada sem integração entre outros elementos do sistema.

Algumas características importantes, do edifício Lloyd's, segundo (Bolzani, 2004):

- Os diversos subsistemas (ar condicionado, eléctrico, telecomunicações, transporte, entre outros) foram instalados no exterior do edifício, em tubulações aparentes, quando possível, de forma a facilitar adaptações e a manutenção;

- Possui forros com tratamento contra insectos e destaca-se pelo uso de materiais cuidadosamente seleccionados para garantir o desempenho da edificação por toda a sua vida útil;

- Conta ainda com controlo individual na mesa de trabalho para brilho e intensidade da iluminação;

- Nas paredes, revestimentos e móveis foram utilizados materiais com alta absorção e baixa reflexão de ruídos para melhorar o desempenho acústico dos ambientes;

- As estações de trabalho possuem vista para o exterior e as janelas foram distribuídas para favorecer o fluxo de ar no interior do edifício;

- A distribuição das tubagens de retorno do ar condicionado (na fachada do edifício) foi cuidadosamente estudada para não interferir negativamente no aspecto estético tanto no exterior como no interior do prédio.

⇒ Edifício Citicorp/Citibank

O edifício Citicorp/Citibank, no Brasil, é uns dos marcos arquitectónicos caracterizando o pós modernismo dos anos 80. Projecto do escritório Aflalo e Gasperini, com 93m de altura e 20 andares, foi inaugurado em 1986.

Figura 5: Sede do Citibank – SP
Fonte: www.aflaloegasperini.com.br

A estrutura é formada por duas grelhas estruturais paralelas suspensas acima do amplo saguão do pavimento térreo através de uma transição estrutural. É pioneiro também na área das novas tecnologias, com seus 2.500 pontos de supervisão que fazem o controlo de todas as instalações.

Usa um termoacumulador, para fabricação nocturna de gelo, que será utilizado durante o dia no sistema de refrigeração de ar (Neves, 2002, p. 18).

⇒ Edifício Tagus Park

A Tagus Park – Lisboa possui uma infra-estrutura de telecomunicações mais avançadas do País. Esta infra-estrutura possibilita o acesso aos serviços de telecomunicações de voz, dados e imagem (*LAN*, videoconferência, RDIS/ISDN, ATM), correio electrónico e *server Internet*, através de uma linha dedicada de alto débito. A Tagus Park está dotada de uma galeria técnica infra-estrutura pioneira em Portugal - que percorre toda a área de Tagus Park, numa extensão de cinco quilómetros.

Figura 6: Tagus Park
Fonte: www.avanzada7.com

Construída como um túnel em forma oval, abriga no seu interior as tubagens necessárias para o encaminhamento de energia elétrica, serviços de telecomunicações, água potável e de rega, bem como o escoamento de esgotos pluviais e domésticos. A rede de gás passa fora da galeria, por razões de segurança. Dispõe ainda de uma central técnica única, uma verdadeira fábrica de energia, onde se produz actualmente a água quente e arrefecida que se destina ao condicionamento do ambiente. Produz também energia elétrica e térmica, através de um processo de cogeração, usando como vector energético o gás natural (Ribeiro, José, 2004).

Embora existam muitos outros edifícios inteligentes construídos pelo mundo, optou-se por apresentar apenas alguns exemplos de edifícios considerados inteligentes, para que sejam evitadas uma redundância de exemplos, causando apenas um excesso de informação.

1.4. Organização de sistemas e serviços nos edifícios inteligentes

Os edifícios inteligentes devem possuir toda a gama de sistemas e serviços que proporcionem um ambiente confortável, com segurança, e economia de energia. Na (figura 7), apresenta-se um organograma que articula a gestão aos sistemas, serviços e estrutura, demonstrando o papel vital da integração.

Figura 7: Componentes de um Edifício inteligente

Fonte: Neves 2002

Assim, segundo (Neves, 2002, p. 89), a capacidade dos sistemas de um edifício são avaliadas pelas funções que este sistema executa, sejam funções físicas ou lógicas, possuindo assim uma “vida” própria, possuindo características tais como:

- Capacidade de integrar seus sistemas;
- Actuar em situações variadas e ligadas entre si;
- Ter memória suficiente e noção temporal;
- Fácil interligação com o utilizador;
- Poder ser programado facilmente;
- Dispor de capacidade de autocorrecção;
- Ser altamente flexível, oferecer segurança, e conforto;

Na Figura 8), caracteriza-se e localiza-se os principais sistemas e serviços oferecidos nos edifícios inteligentes.
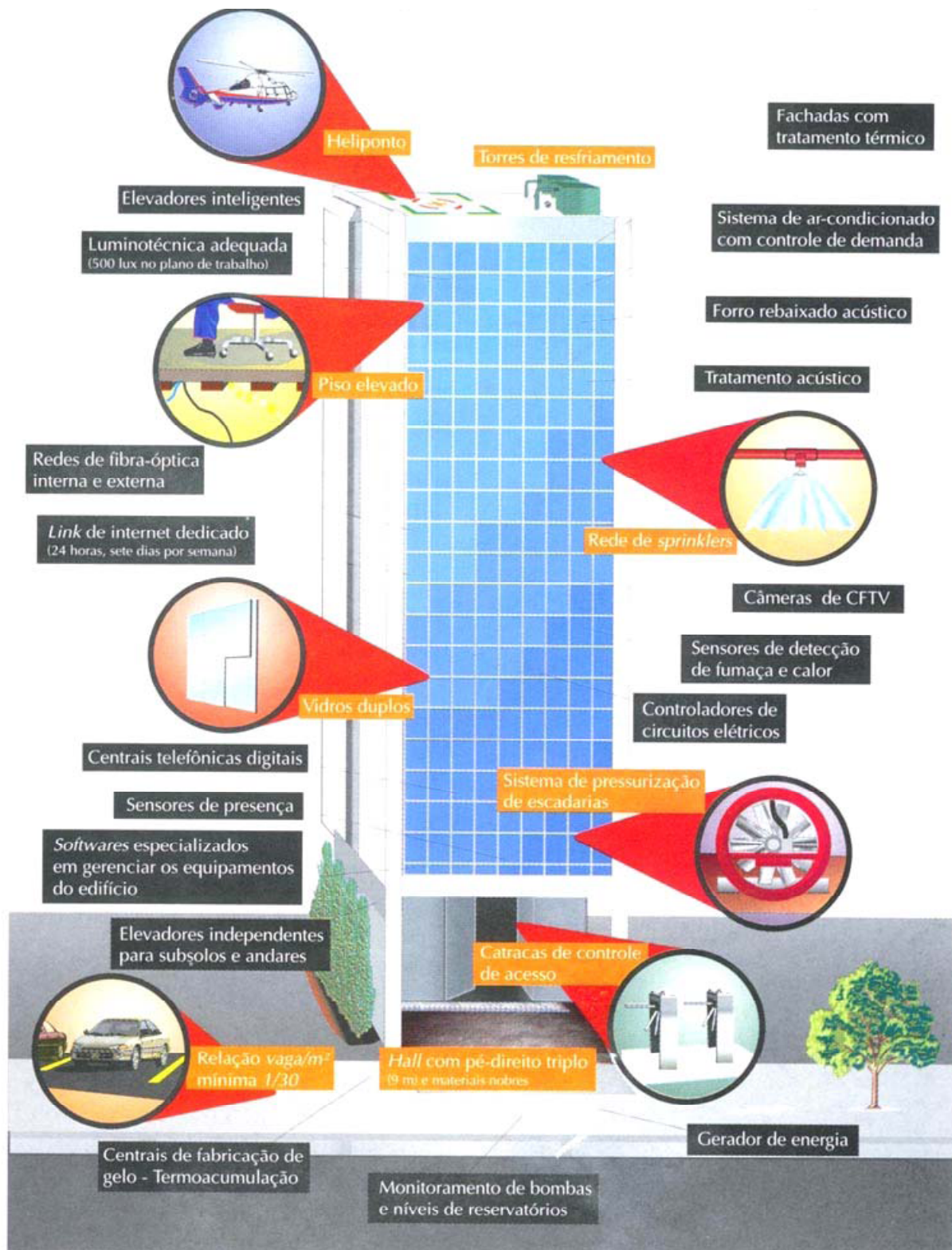
Figura 8: Sistemas e serviços oferecidos nos edifícios inteligentes

Fonte: Revista Téchne out, 2001

1.5. Objectivos dos edifícios inteligentes

Para apresentar os objectivos dos edifícios inteligentes optou-se por dividir em vários aspectos desde aspectos arquitectónicos, até à economia.

⇒ Arquitectónicos:

- Satisfazer as necessidades presentes e futuras dos ocupantes, proprietários e operadores do edifício.
- A flexibilidade tanto nos sistemas, como em estruturas e os serviços.
- Sistema arquitectónico adequado e correcto.
- A funcionalidade do edifício
- Maior conforto e segurança para o usuário
- Aumento de estimulação no trabalho

⇒ Tecnológicos

- Disponibilidade de meios técnicos avançados de telecomunicações
- A automatização das instalações
- A integração de serviços

⇒ Ambientais

- A criação de um edifício sustentável
- A gestão energética.
- Cuidado com o meio ambiente

⇒ Económicos

- A redução dos altos custos de operação e manutenção de edifícios
- Benefícios económicos para a economia dos clientes
- Aumento da vida útil do edifício
- A possibilidade de cobrar preços mais altos pela renda ou Venda de espaços
- A relação custo/benefício

1.6. Benefícios e inconveniências dos edifícios inteligentes

A construção de edifícios inteligentes pode apresentar inúmeras vantagens, das quais destacamos as seguintes:

- Permite o controlo do imóvel
- A produtividade pode ser vista nos edifícios como nas pessoas
- A rentabilidade, compreendido como a recuperação do investimento
- Incremento de serviços de modo a serem atingidas as condições de eficiência máxima de uso
- Melhora a qualidade de vida para o usuário
- Favorece uma maior segurança de bens e pessoas
- Facilita a comunicação interna e externa do usuário do edifício
- Manutenção do edifício no menor custo possível
- Administração do consumo energético
- O incremento qualitativo nas condições ambientais
- Retorno de capital investido

Embora as vantagens dos edifícios inteligentes sejam indiscutíveis, existem alguns aspectos negativos que importa focar:

- Custo do investimento (O preço inicial é demasiado alto);
- Ao ser relativamente novo a sua aplicação, pode-se experimentar falhas nos sistemas;
- Necessidade de recorrer a técnicos especializados;
- No caso de se optar por uma tecnologia proprietária, poder-se-á ficar dependente de um fabricante e/ou instalador.

1.7. Custos e retorno de capital

Na realidade, é consensual considerar-se que um edifício inteligente não é mais dispendiosa do que um edifício tradicional, levando em conta que o investimento em tecnologia orça entre 2% e 10% do valor total do empreendimento (Alves e Mota, 2003).

Estes custos estão em maior parte nos projectos de arquitectura e engenharia, pois demandam um tempo maior de estudo das alternativas mais adequadas para cada tipo de edificação e do impacto que ela causará no meio ambiente no qual será inserido.

O gráfico abaixo representa a evolução dos custos entre uma instalação tradicional e uma com sistema de domótica.
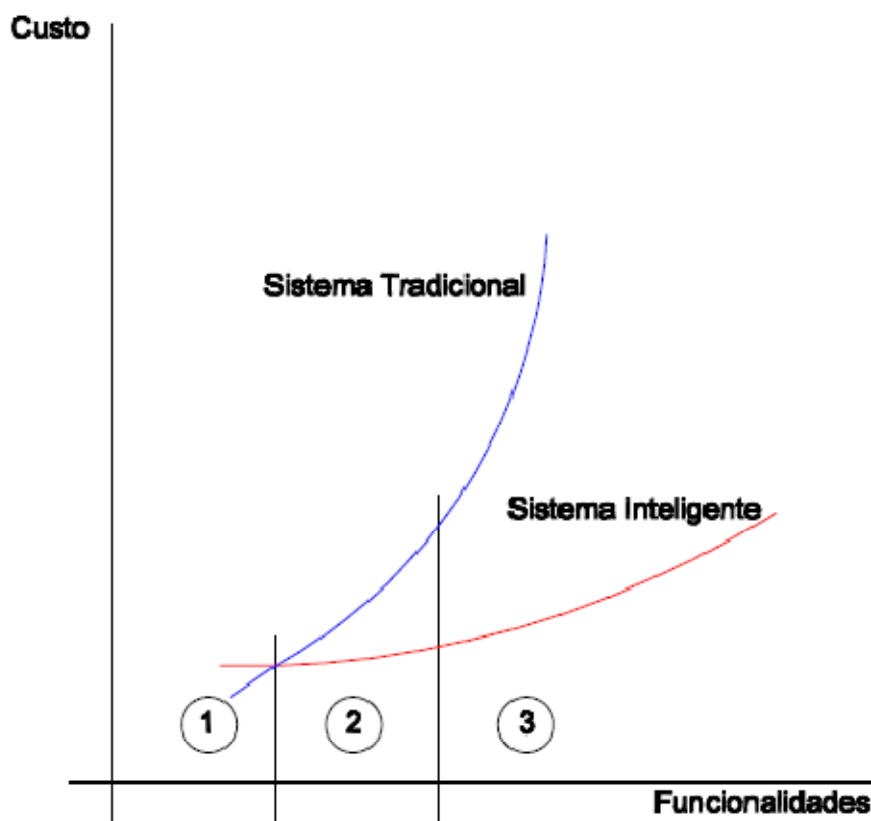
Gráfico 1: Comparação de custo

Fonte: Alves e Mota

Quando comparados, é visível o custo mais elevado do sistema de domótica para edifícios como funcionalidades muitos reduzidas: - **Zona 1**.

No entanto, ao aumento das exigências corresponde um aumento moderado no custo deste sistema, enquanto o custo de uma instalação com um sistema tradicional aumenta fortemente: **- Zona 2**.

Para exigências muito elevadas, o custo do sistema de domótica não é significativo enquanto um sistema com tecnologia tradicional ou não satisfaz os requisitos ou apresenta um custo brutal: - **Zona 3**.

No que diz respeito ao retorno de capital (Oliveira, 1999, apud Ribeiro José, 2004) afirma que em construções de dimensões significativa, como centros comerciais, hospitais, escritórios, etc., se os sistemas de gestão (domóticos) proporcionarem uma redução no consumo de energia entre 20% a 30% amortizando o investimento inicial em 3 anos, poder-se-á considerar que o retorno de investimento é perfeitamente atingido, mesmo não entrando em linha de conta com factores subjectivos e paralelos, como conforto ou segurança.

Para os casos das habitações particulares, dificilmente o investimento tem retorno directo. Isto quer dizer que serão os aspectos paralelos como conforto, segurança, alguma economia energética e da valorização da propriedade que farão com que se invista em sistemas domóticos.

Capítulo 2 Domótica

2.1. Introdução ao conceito

A domótica é uma tecnologia, ou uma junção de tecnologias recentes que permitem a gestão de todos os recursos habitacionais, tornando-as em edifícios inteligentes. A palavra domótica vem do seu correspondente em Francês domotique, e surgiu na segunda metade da década de 80 em França, onde houve as primeiras experiências relacionadas a domótica. O termo deriva da junção da palavra do latim *Domus* (casa) e Robótica que vem do checo *Robota* (controlo automatizado de algo).

Pode-se utilizar outras denominações sinónimas, de domótica tais como, automatização residencial, automação residencial, *home control*, *connected home*, entre outros. Como qualquer novidade, a domótica inicialmente, é percebida pelo cliente como um símbolo de status e modernidade. No momento seguinte, o conforto e a conveniência por ela proporcionados passam a ser decisivos. E por fim, ela se tornará uma necessidade e um factor de economia (AURESIDE, 2000).

É neste sentido que se deseja estimular o desenvolvimento destas ideias e propagá-las entre os profissionais de áreas tão diferentes como a construção civil, arquitectura e electrónica, para que estejam preparados, desde o início, a absorver a demanda deste emergente mercado e participem activamente do seu crescimento (AURESIDE, 2000).

Afirma (Werneck, 1999, p. 132, apud Dias et all, 2004) que:

> Depois de o público conhecer uma residência automatizada, não haverá como retroceder, toda a cadeia de concepção da moradia, (a construção, a arquitectura, etc.) evoluirá, e principalmente o ocupante do imóvel. Assim, deverão ser necessários vários profissionais que, interagindo, permitirão o real desenvolvimento das técnicas da domótica.

A domótica facilita a vida dos que têm pouco tempo para cuidar da casa ou querem mesmo gozar um pouco mais do tempo de descanso, ou seja permite que se tenha uma vida menos preocupada, pois automatiza as tarefas de uma casa. A domótica é já uma opção imprescindível com soluções muitos originais e que primam pela diversidade.
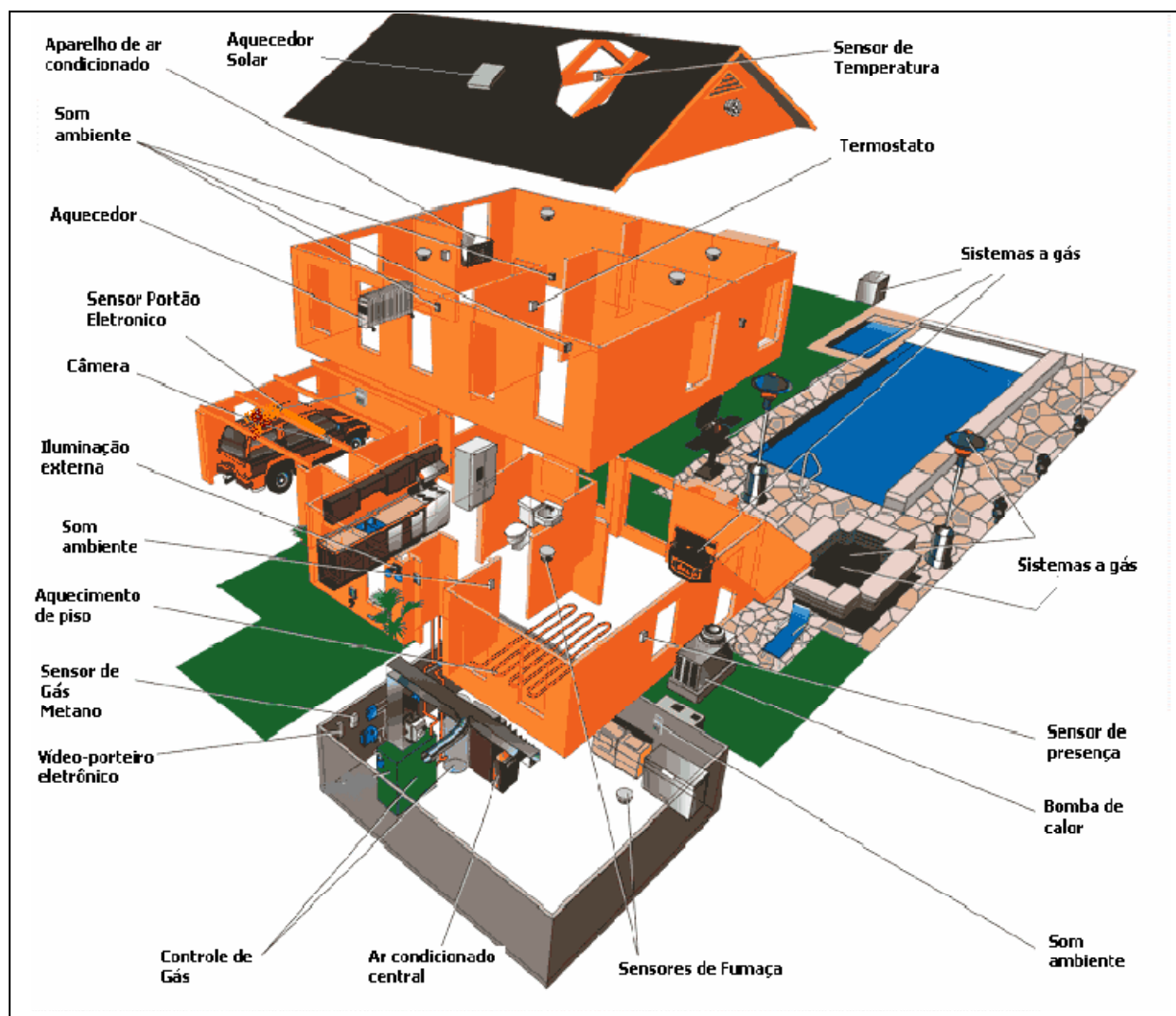
Figura 9: Esquema automação residencial

Fonte: www.comprar.todaoferta.uol.com.br

Para Bolzani um bom começo para implantação de um sistema de automatização é um bom planeamento, saber o que vai ser e o que vai poder ser instalado nos ambientes da casa é essencial para evitar gastos desnecessários e aborrecimentos. Mesmo que não seja possível implantar tudo que se deseja logo no início, deve haver a preocupação de prover todos os meios necessários para futura instalação.

A implementação de um edifício inteligente pressupõe o planeamento de temas que até hoje não se observavam em construções residenciais, como:

- A organização dos sistemas de informática;
- Os sistemas de controlo da residência;
- A configuração das redes interna e externa de comunicações;
- A adaptação da rede aos vários moradores;
- A conexão aos serviços públicos de telecomunicações;
- Máxima flexibilidade nas mudanças; e
- Organização do espaço interno e externo, com a introdução de novos equipamentos e novos dispositivos (Bolzani, 2004).

Na (tabela1) podem-se observar as características principais da infra-estrutura doméstica actual. Já a (tabela 2) permite a visualização da infra-estrutura com a automação e seus benefícios, visando o total controlo de um edifício inteligente (Bolzani, 2004).

Tabela 1: Situação actual da infra-estrutura doméstica (Bolzani, 2004)

Situação Actual	Consequência
Instalações independentes	Multiplicidade de redes e cabos
Redes não compatíveis	Manutenção cara e complicada, dependência do fornecedor
Falta de uniformidade	Impossibilidade de automatização global
Equipamentos limitados	Dificuldade para integrar novos serviços e interligar redes, ampliação do uso de “adaptadores”, obsolescência em curto prazo

Tabela 2: Infra-estrutura doméstica com automação (Bolzani, 2004)

Situação proposta	Consequências
Automação de residências	Maior conforto e automatização de serviços
Integração dos serviços	Diminuição dos custos de equipamentos e processos
Centralização de sistemas	Simplificação da rede
Conexão com redes externas (internet e dedicadas)	Comando remoto, utilização de conteúdo digital sob demanda
Monitoramento remoto de pessoas e equipamentos	Facilidade de integração de novos equipamentos e serviços, rapidez no envio de alarme, homecare
Electrodomésticos inteligentes	Acesso à informação de qualquer ponto da casa, diminuição do tempo de procura de avarias, economia de energia
Auditoria e controle de gastos	Melhoria no funcionamento de sistemas, administração da residência, constante supervisão do conjunto

2.2. Rede domótica

As redes domóticas também recebem o nome de *Home Area Networks* (HAN). Estas podem ser definidas como um conjunto de dispositivos “inteligentes” que utilizam um protocolo de comunicação sobre um ou mais meios físicos para levar a cabo os objectivos pretendidos. Basicamente estes dispositivos podem ser classificados em sensores, actuadores, controladores, interfaces e dispositivos específicos.

⇒ Sensores: são os dispositivos que colectam dados do campo, sejam variáveis utilizadas no controlo (como temperatura, velocidade, pressão, fugas de água, gás, etc.), sejam simplesmente dados para histórico e controlo (como contagem de objectos, medições de tensão e corrente, etc.). Estes dispositivos são classificados como dispositivos de entrada, pois a partir deles uma informação é enviada para o computador, ou seja, a informação entra no sistema. Os sensores são ideais para serem usados na garagem, cozinha, sala, dispensa, hall, corredores, escadas, e áreas de serviço, evitando que a lâmpada permaneça acesa quando não há pessoas presentes, o que acarreta um

considerável potencial de economia de energia elétrica de até 60% (Canato, 2007). Este dispositivo detecta automaticamente a radiação infravermelha, emitida pelo corpo humano, accionando automaticamente uma carga eléctrica.

⇒ Actuadores: são dispositivos de saída uma vez que a informação sai do sistema para o equipamento físico, para que este realize alguma tarefa. Realizam o controlo de elementos como electroválvulas (água e gás), motores (estores, portas, rega), ligar, desligar e variar a iluminação ou o aquecimento, ventilação e ar condicionado, sirenes de alarme, etc. Podem ser magnéticos, hidráulicos, pneumáticos, eléctricos, ou de accionamento misto.

⇒ Controladores: gerem a instalação e recebem a informação dos sensores transmitindo-a aos actuadores;

⇒ Interfaces: dão e recebem informação do utilizador, constando normalmente de Teclado, *display*, TV, PC, Telefone, Telemóvel, PDA, *Internet*, *WAP* etc.

⇒ Dispositivos Específicos: elementos necessários ao funcionamento do sistema como modems ou routers que permitem o envio de informação entre os diversos meios de transmissão onde viaja a mensagem.

As redes destinadas aos edifícios inteligentes se baseiam em aplicações, onde uma rede separada e independente é utilizada para cada função. É assim que existem redes destinadas à segurança, à detecção de incêndios, ao controle de acessos, à climatização, e à informática. Na (figura 10) apresenta-se um exemplo de rede domótica.
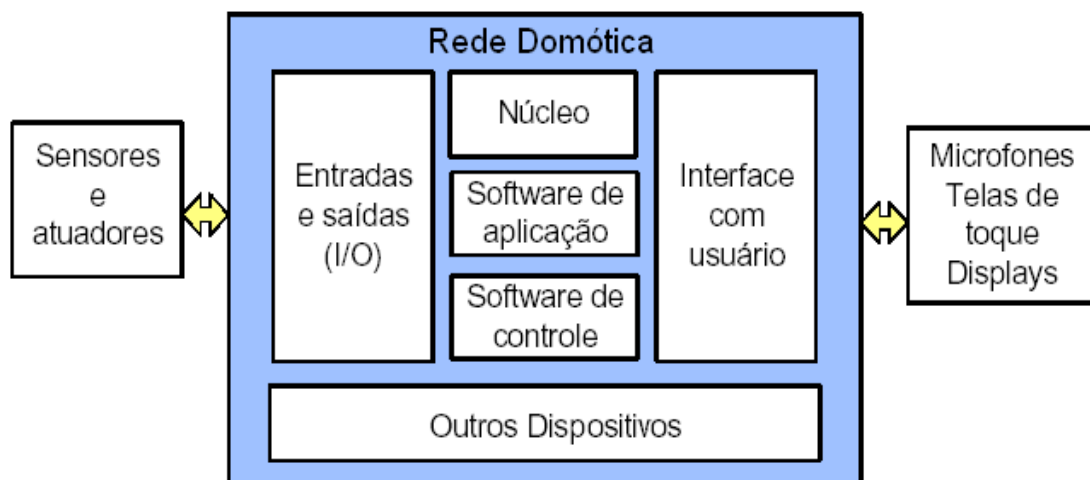
Figura 10: Rede domótica (Fonte: Silva 2007)

2.3. Classificação dos sistemas da automação residencial

Para melhor classificar os sistemas de automação residencial, pode-se dividi-la em três categorias distintas: níveis de automação, arquitectura dos sistemas de automação, e meio de transmissão de dados.

2.3.1. Níveis de interação

Segundo (Teza, 2002), os sistemas envolvidos no processo de automação residencial podem ser classificados em três níveis de interação, sendo: sistemas autónomos, sistemas integrados e sistemas complexos:

⇒ Sistemas Autónomos: são projectados apenas para ligar ou desligar um subsistema ou um dispositivo específico de acordo com ajuste pré-definido, não há interacção entre os dispositivos. Cada subsistema ou dispositivo é tratado independentemente, sem que os dispositivos tenham relação um com o outro. Para este sistema, geralmente é utilizado o protocolo com tecnologia conhecida como X-10, bastante popular nos Estados Unidos, serve para pequenas residências ou para cómodos. Os sistemas autónomos são os mais fáceis e baratos para se implementarem, porém não oferecem um alto nível de interactividade, pois apenas permitem ao usuário funções simples como ligar e desligar.

⇒ Sistemas Integrados: estes sistemas baseiam-se em uma central de automação para controlar múltiplos subsistemas integrados. Cada subsistema funciona na forma para a qual foi especificada. O processamento pode ser centralizado na central de automação ou distribuída pela rede. A limitação deste sistema está em que cada subsistema deve ainda funcionar unicamente na forma tal como o seu fabricante pretendia. Basicamente, trata-se apenas de controlo remoto estendido a diferentes locais. Os sistemas integrados oferecem maior nível de interacção, porém a sua implementação é complexa e directamente proporcional ao número de equipamentos de diferentes fabricantes. Isso porque, para se obter total controlo do equipamento, deve-se saber detalhadamente como aquele produto trabalha. Como existem diversos fabricantes, cada qual desenvolve e aplica as suas tecnologias, e cada equipamento necessita de um subsistema.

⇒ Sistemas Complexos (Residência Inteligente): nesses sistemas, o produto manufacturado pode ser personalizado para atender às necessidades do proprietário. O integrador em conjunto com o proprietário delineará instruções específicas para modificar o uso do produto. Assim o sistema torna-se um gestor ao invés de ser apenas um controlador remoto. Esses sistemas residências inteligentes dependem de comunicação mão-dupla e retro alimentação de status entre todos os subsistemas para um melhor desempenho, ou seja, um dispositivo recebe um sinal e devolve seu status ao sistema. A integração do sistema é feita por meio de softwares, e é necessária uma infra-estrutura adequada para sua implantação. Os sistemas de automação complexos ou residência inteligente prevêem que todo o sistema de automação residencial seja projectado juntamente com a planta da residência, conforme as necessidades dos proprietários e futuros moradores. Assim, será possível prever todas as funcionalidades que ela poderá oferecer.

2.3.2. Arquitectura dos sistemas de automação

A classificação da arquitectura dos sistemas de automação é feita com base no local onde se encontra a "inteligência" do sistema domótico. Segundo (Ferreira, 2008) pode dispor de uma arquitectura centralizada, uma arquitectura descentralizada, uma arquitectura distribuída e uma arquitectura que é um misto das anteriores.

Num sistema de domótica, uma arquitectura centralizado, é aquele que dispõe de uma única central de automação à qual todos os dispositivos da instalação são conectados, tanto para a entrada dos sinais dos sensores, quanto para, após o processamento dos sinais, enviar os comandos e ajustes aos dispositivos receptores para que executem as operações (actuadores).
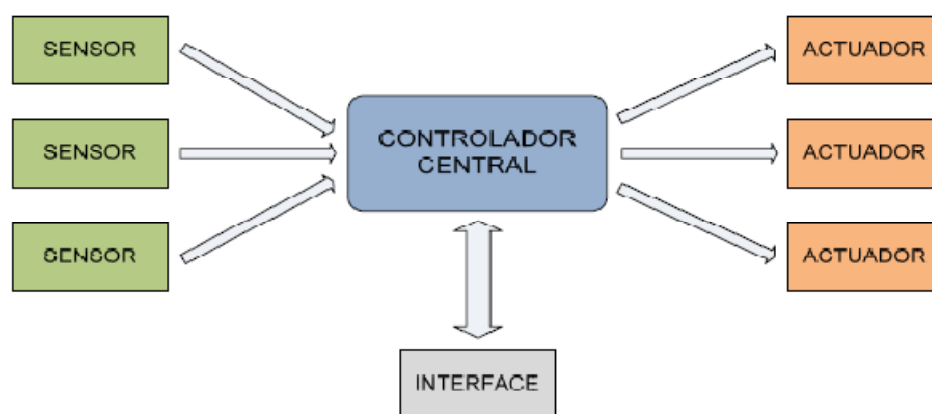
Figura 11: controlo Centralizada (Fonte: Ferreira, 2008)

Devido ao aumento da complexidade dos sistemas de automação residencial em função do grande número de acções e variáveis, uma arquitectura centralizada tende a se tornar muito complicado, caro e lento. Sendo assim, dividir o problema em partes menores irá facilitar sua resolução além de não afectar todo o sistema no caso de uma parte parar de funcionar (Terual, 2008).

A arquitectura descentralizada, é constituído de diversos dispositivos com processamento inteligente próprio, cada um com função específica dentro das inúmeras necessidades do sistema de automação, sendo distribuídos por toda a extensão da instalação, interligados por uma rede, comunicando-se e enviando sinais entre sensores e actuadores que podem se encontrar próximos ou integrados ao ponto de controlo e monitorização. A maioria dos sistemas complexos utiliza arquitectura descentralizada.
Na automação residencial as soluções mais complexas terão maior desempenho sendo controladas e programadas de forma descentralizada e essa parece ser uma tendência (Terual, 2008).
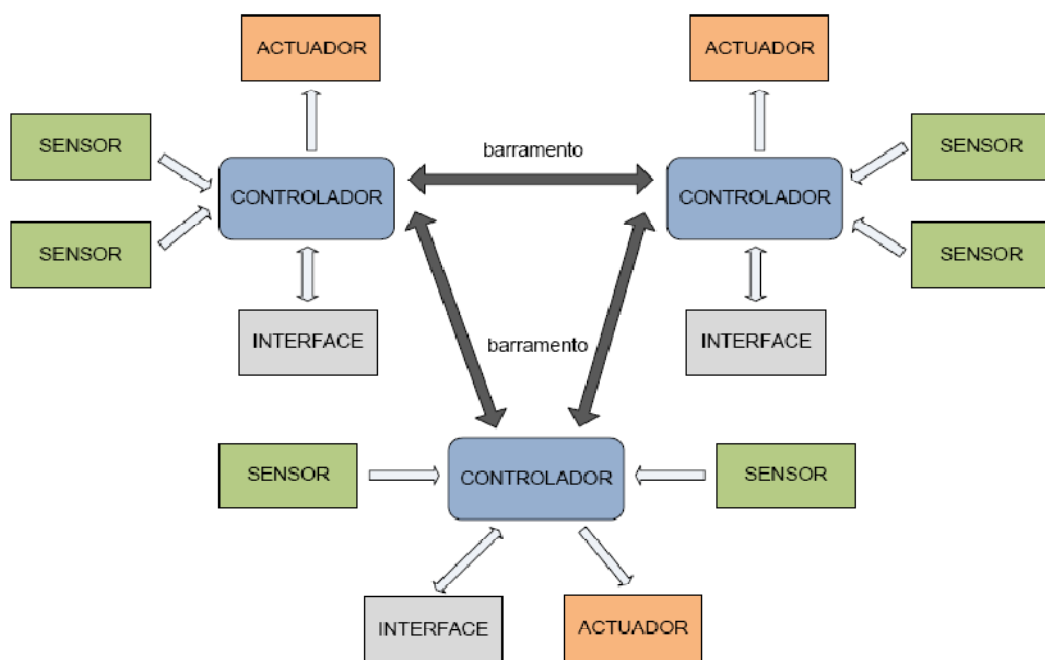
Figura 12: controlo descentralizada
Fonte: Ferreira, 2008

Num sistema de domótica, uma arquitectura distribuída caracteriza-se pelo facto de cada elemento do sistema, seja um sensor, um actuador ou um simples interface, ser também um controlador capaz de actuar e enviar informação para um barramento de dados - de acordo

com o algoritmo nele executado, de acordo com os dados adquiridos por ele próprio (sensor, por exemplo) e de acordo com os dados recebidos de outros dispositivos do barramento (actuador, por exemplo) (Ferreira, 2008).
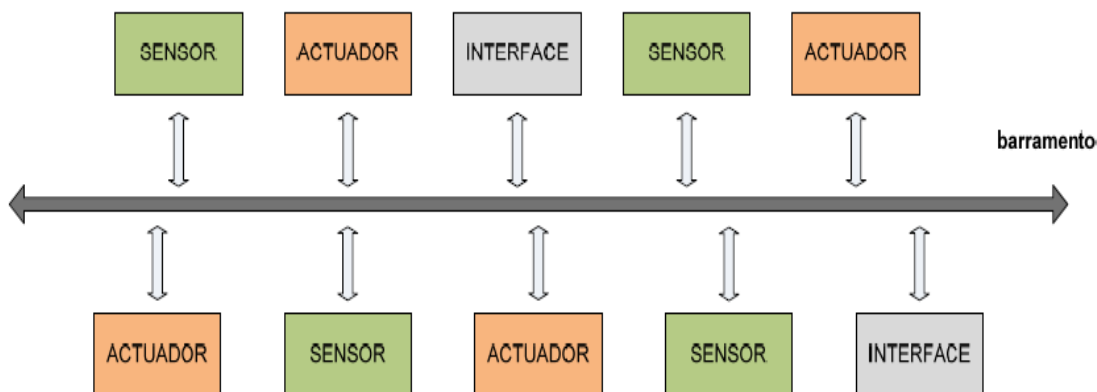
Figura 13: Controlo distribuído

Fonte: Ferreira, 2008

2.3.3. Meios de transmissão de dados

O meio de transmissão é um suporte físico onde circula a informação trocada entre os diversos dispositivos da rede de domótica. Segundo (Teruel, 2008), os principais meios de transmissão de dados são: rede eléctrica - PLC (Power Line Communications), fibra óptica, rádio frequência, infra-vermelhos, cabo de par trançado.

⇒ Transmissão por rede eléctrica: utiliza a rede eléctrica já existente numa habitação. Através da inserção de altas frequências conseguem-se modular sinais na actual rede eléctrica sem interferir com os habituais aparelhos eléctricos. Este tipo de meio tem como principal vantagem o baixo custo da instalação, sendo facilmente usado em casas já construídas.

⇒ Transmissão por fibra óptica: utiliza uma combinação de tecnologias de semicondutores e de fibras ópticas. A fibra óptica é um meio de transmissão que apresenta grande fiabilidade na transferência de dados e imunidade a electromagnéticas. Apresenta velocidade de transmissão elevadas associadas a um custo elevado dos cabos, ligações e equipamentos. Este meio é pouco usado nos

sistemas de domóticas actuais. Pode ser utilizado tanto em ligações ponto a ponto quanto em ligações multiponto.

⇒ Transmissão por Rádio Frequência (RF): a transmissão por RF apresenta uma maior flexibilidade no controlo á distância podendo o sinal ultrapassar paredes e outros obstáculos. Este tipo de transmissão é bastante sensível às interferências electromagnéticas e apresenta uma velocidade de transmissão muito baixa sendo normalmente usada em controlos remotos que necessitem de grande mobilidade.

⇒ Transmissão por infra-vermelhos: a transmissão por infra- vermelhos está amplamente difundida hoje nos equipamentos áudio e vídeo. Apresenta enorme comodidade e flexibilidade nas aplicações e grande imunidade a interferências electromagnéticas. Tem como principal desvantagem a facto de ser necessário o "estar á vista" entre o transmissor e o receptor.

⇒ Transmissão por cabo de par trançado: é o meio de transmissão de menor custo por comprimento no mercado. A ligação de nós ao cabo é também extremamente simples e de baixo custo. Esse cabo se adapta muito bem às redes com topologia em estrela, onde as taxas de dados mais elevadas permitidas por ele e pela fibra óptica ultrapassam, e muito a capacidade das chaves disponíveis com a tecnologia actual. Hoje em dia, o par trançado também está sendo usado com sucesso em conjunto com sistemas ATM para viabilizar o tráfego de dados a uma velocidade extremamente alta: 155 megabits/segundo.

2.4. Funções da domótica

As funções domóticas nos permitem realizar imensas actividades, assim estas funções são separadas distintamente como sendo funções de gestão, controlo e comunicação (Angel, 1993, p. 46).

2.4.1. Função de gestão

É uma função que existe com o objectivo de automatizar sistemas quotidianos do ambiente como energia, iluminação, aquecimento, qualidade do ar, e a funcionalidade de outros aparelhos relacionados com conforto (Angel, 1993, p. 48).

2.4.1.1.Gestão de energia

O sistema de gestão de energia permite reduzir o consumo de energia eléctrica e/ou custos de electricidade, mantendo o conforto e a segurança dos ocupantes do edifício. Ainda faz a análise da qualidade da energia recebida, e na sua falta exerce rotinas alternativas, como o uso de baterias, geradores e sistema de energia fotovoltáico, para que edifício funcione de maneira independente e quase auto-suficiente (pelo menos por um tempo pré-determinado).

O sistema de energia fotovoltáico pode ser definido como o processo de transformação directa da energia solar em energia eléctrica. Na (figura 14) apresenta-se um exemplo de sistema de energia fotovoltáico ligada a bateria.
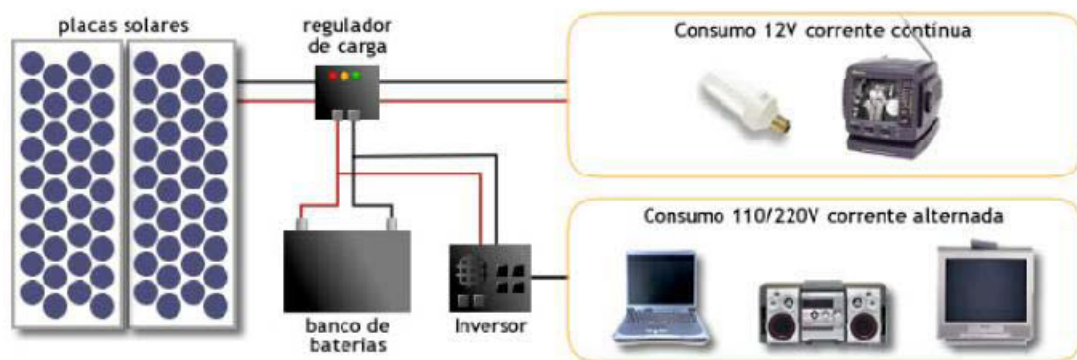
Figura 14: Sistema de energia fotovoltáico ligada a bateria

Fonte: Heliodinamica, 2009

Os principais componentes de um sistema de energia fotovoltáico são:

a) Painel fotovoltáico: o elemento conversor de energia, que recolhe a energia emitida pelo sol em forma de luz e a transforma em corrente contínua;
b) Controlador de carga: elemento de segurança que evita a sobrecarga do banco de baterias;
c) Banco de baterias: armazena a energia gerada em excesso pelo painel fotovoltáico;
d) Inversor de frequência: que transforma a corrente contínua (CC) em corrente alternada (CA);
e) Dispositivo de distribuição: que redirecciona a corrente alternada emitida pelo inversor de frequência para os elementos de utilização;
f) Elemento de controlo: que controla e gere o processo de distribuição de energia, assim como pode controlar e gerir todo o processo.

2.4.1.2. Gestão de iluminação

Esta função permite ligar e desligar as luzes de pontos diferentes, em função da luminosidade externa.

A iluminação pode ser controlada por controlo remoto, ou por meio do interruptor convencional de parede. Com o controlo e a automação da iluminação podemos obter diminuição do consumo de energia entre 30% e 50% (Bolzani, 2004). Os sistemas inteligentes de iluminação podem, por exemplo fazer o aproveitamento da luz natural, utilizando a luz artificial somente para complementar a luminosidade proveniente do sol, sempre que possível.

Para se controlar de maneira automática os sistemas de iluminação, deverão ser integrados a sensores de luminosidade e a actuadores, como minuterias e interruptores de cartão de forma a reduzir o consumo de energia eléctrica (Bolzani, 2004).
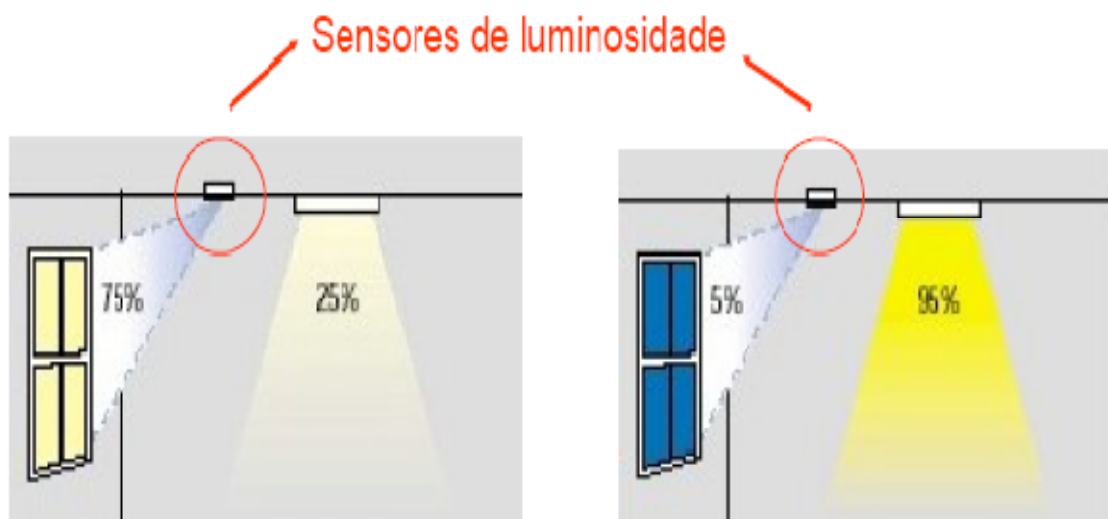
Figura 15: Controlo de iluminação

Fonte: Nunes et all

O comando da iluminação pode ser feito de diversas maneiras, dentro dos limites específicos de cada aparelho (Angel, 1993, p. 48 – 51):

- Gestão global por zonas com comandos únicos que podem ser programados e regulados de acordo com o ambiente;
- Iluminação automática de acordo com a presença de pessoas, ou por abertura de portas;

- Temporizador para luzes de locais onde o uso é intermitente, como corredores e banheiros;
- Acender e apagar as lâmpadas desde o exterior da casa com aparelhos que utilizam radiofrequência.
- Gestão da variação de intensidade da iluminação, para adequação do ambiente, realizado desde a central ou pelo usuário de forma normal.

2.4.1.3. Gestão dos fluidos e detritos

A gestão de fluidos e detritos contempla todos os mecanismos de troca de materiais líquidos e sólidos de um edifício inteligente com o meio externo.

Actualmente, em várias partes do mundo, incluindo Cabo Verde, enfrentam-se vários problemas de cunho ambiental, como a falta de água e a acumulação de lixo e de dejectos orgânicos que poluem o meio ambiente. Um edifício inteligente deve, além de prover o conforto tecnológico, também prover mecanismos para a máxima utilização dos recursos ambientais, incluindo (Bolzani, 2004):

- Controlo da utilização da água potável;
- Recolha selectiva e reciclagem do lixo;
- Detecção de inundações,
- Aproveitamento das águas pluviais (irrigação, lavagem de quintais);
- Tratamento do esgoto,

2.4.1.4. Gestão de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC)

Com o desenvolvimento dos sensores e softwares para controlo de funcionamento da climatização, conseguiu-se introduzir um sistema de aquecimento independente por sectores, fazendo uso de válvulas eletrotérmicas com consumo reduzido. Um dos principais objectivos da climatização, é proporcionar o maior conforto possível. O aquecimento pode ser controlado pelo utilizador manualmente, através do telemóvel ou até da Internet, quando não está junto dos aparelhos. A programação de horários para activar/desactivar equipamentos de aquecimento, ventilação ou ar condicionado, permite manter um nível de conforto, e poupar

energia (os equipamentos funcionam de acordo com os horários, presença e temperatura exterior) não esquecendo a comodidade de poder efectuar uma chamada para casa para se certificar se realmente desligou o aquecimento.
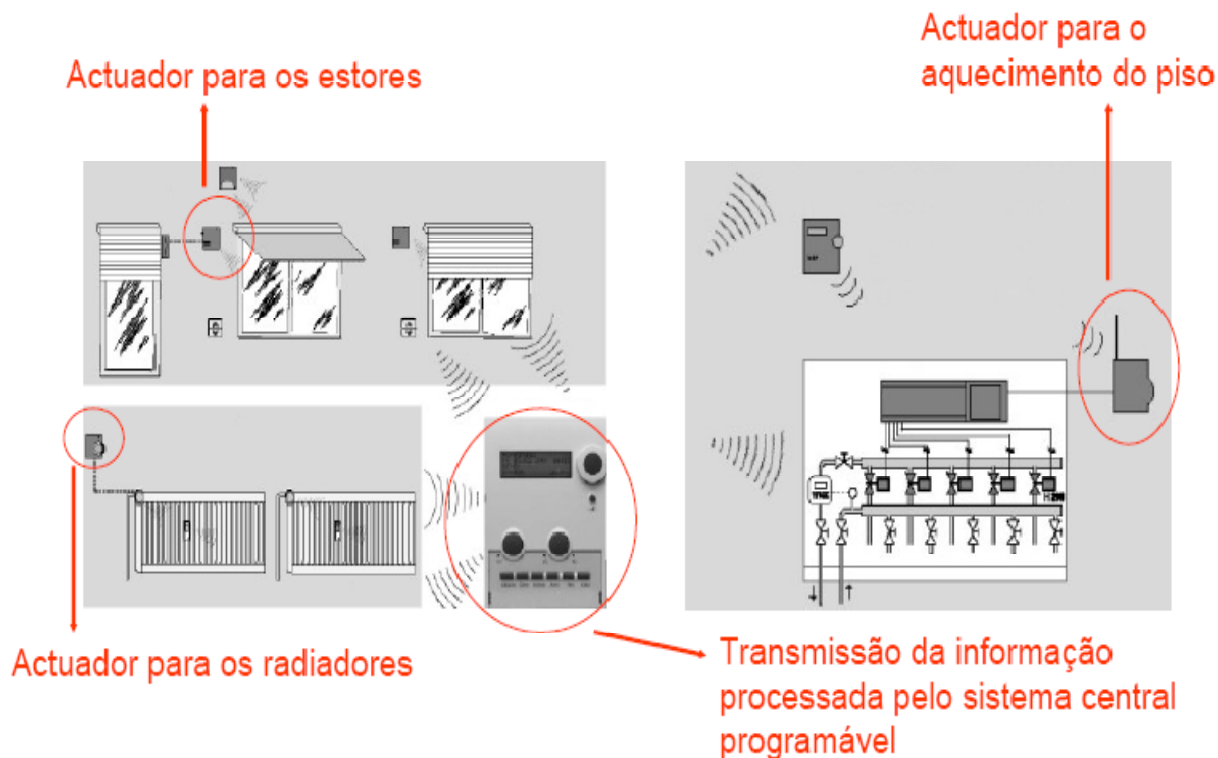
Figura 16: Controlo de climatização

Fonte: Nunes et all

Com esse novo sistema, pode-se fazer (Angel, 1993, p. 51 – 52):

- A optimização em relação ao meio externo;
- A auto-adaptação, levando em conta o tempo de resposta dos equipamentos;
- A gestão de ambientes individualizados, cada um com controlo de temperatura;
- O controlo à distância da temperatura interna da casa através do Minitel;
- Passar para um nível de mais baixo consumo, quando não há residentes em casa;
- Desactivar o aquecimento e o ar condicionado se alguma janela estiver aberta.

2.4.1.5. Gestão da funcionalidade dos espaços

Tem como objectivo, flexibilizar o ambiente quando houver modificações nos grupos familiares, novos modos de vida e adaptação a novas necessidades. Visa permitir futuras actualizações nos sistemas actuais, instalação de novos sistemas, interconexões, permitindo a evolução das necessidades do usuário (Angel, 1993, p.54).

Nota-se que o projecto deve garantir as adaptações a novos equipamentos no futuro, levando em conta a estrutura do ambiente.

Os requisitos básicos que a gestão de funcionalidades de espaços (Angel, 1993, p.54) deve atender são:

- Aumentar a produtividade e a segurança,
- Empregar todos os recursos da forma mais eficiente possível,
- Ter flexibilidade para novas e eventuais necessidades de uso.

2.4.2. Função de controlo

A função de controlo traz ao usuário, informações do sistema que lhe permite ter uma noção do actual estado de funcionamento dos aparelhos, controlando e prevenindo falhas e comandando intervenções de manutenção preventiva (Angel, 1993, p. 55).

2.4.2.1. Controlo técnico

Com este controlo, o usuário torna-se mais confiável no uso dos equipamentos, dispositivos e instalações, com autodiagnóstico que lhe permite uma programação dos gastos. Com isso é possível (Angel, 1993, p. 56 – 58):

- Receber mensagens de falhas nos sistemas ou aparelhos, nos monitores de controlo ou na televisão;
- Centralização da informação referente ao estado dos sistemas como portas e janelas abertas, luzes acesas e outros num painel de controlo;

- Pré-selecção de equipamentos que são desligados da relé[1] eléctrica em casos de consumo superior em relação à energia contratada, evitando uma sobrecarga de potência;
- Informação de custos e tarifas que estão sendo consumidos como água, gás e electricidade, levando em conta os horários distintos, em que a tarifa tem valores menores;
- Programação da execução de comando conjunto, como desligar todas as luzes, activar o sistema de segurança, fechar as cortinas e o fornecimento de gás e água ao mesmo tempo.

2.4.2.2. Segurança e tele-transmissão

Com o crescente aumento da violência nas cidades, a população tenta na medida do possível, trazer para dentro das suas casas, segurança, conforto e diversão, para que não haja exposição a riscos prováveis. A segurança é de facto um dos temas mais importantes na nossa sociedade. Com a actual falta de segurança encontrada nas grandes cidades, a utilização de sistemas de segurança é essencial, sendo uma das áreas da automação residencial mais desenvolvidas actualmente. Este sistema busca a protecção da casa e dos moradores de riscos exteriores ou domésticos. Inclui detecção de incêndio e fuga de gás, Circuito Fechado de Televisão (CFTV) e detecção de intrusão (Angel, 1993, p. 58 – 60):

- **Detecção de incêndio e fuga de gás**

Qualquer sistema de segurança permite a detecção de fumo ou temperatura, e activa as sirenes em simultâneo com envio de alarmes remotos

O sistema de detecção de incêndio é de extrema importância para a segurança dos ocupantes da edificação. Geralmente, este sistema é compostos por uma central de comando, sensores e actuadores.

---

[1] É um comutador eléctrico que pode ser operado magnética ou electromagneticamente.

Este sistema permite em caso de incêndio actuar sobre os equipamentos eléctrico, por exemplo, desligar todos os equipamentos não imprescindíveis, devendo os restantes ter a sua alimentação eléctrica estabelecida por cabos com elevada resistência ao fogo. Permite ainda multiplicar as formas de envio dos alarmes remotos, através do recurso ao envio de e-mail, fax, mensagens sms (Alves, Mota, 2003).
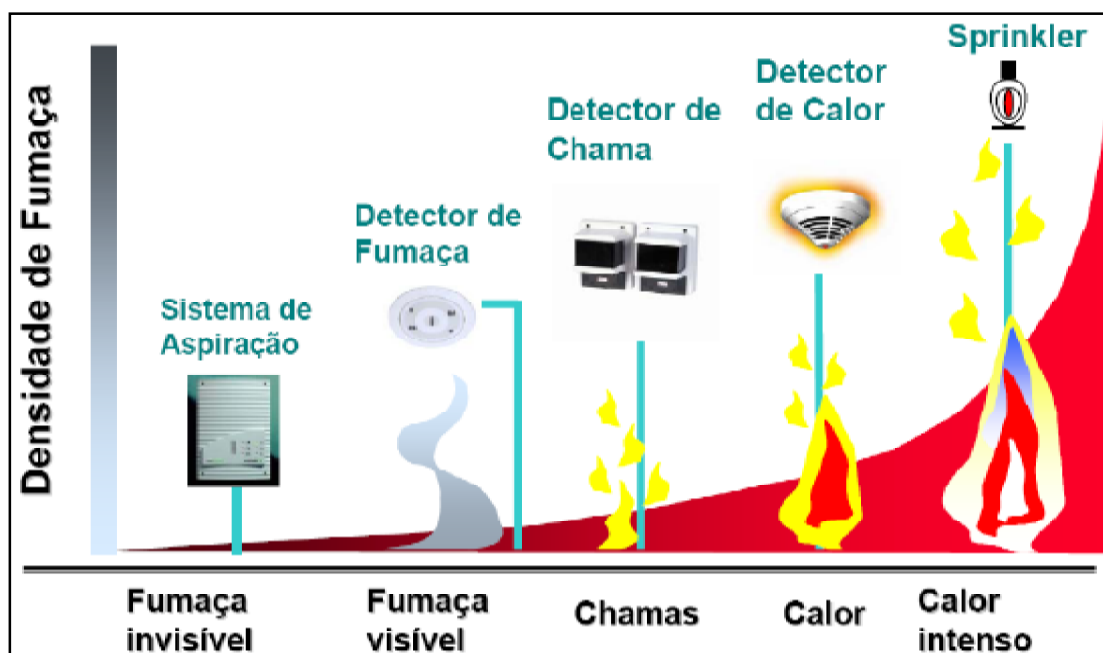
Figura 17: Sistema de detenção de gás

Fonte: Cavalcanti, 2008

O sistema de fuga de gás, em casos de detecção de fuga de gás pode enviar um alarme e em alguns casos o sistema tem a possibilidade de cortar o fornecimento de gás.

- **Circuito Fechado de Televisão (CFTV)**

O sistema CFTV é um sistema de controlo e vigilância electrónica que distribui sinais, provenientes de câmaras localizadas em locais específicos, para um ponto de supervisão pré-determinado. Este sistema, normalmente utiliza câmaras ou micro câmaras, cabos ou transmissores/receptores sem-fios ou redes de dados e monitores.

O sistema CFTV proporciona segurança e comodidade à residência, pois permite a visualização de visitantes ou intrusos, em qualquer monitor dentro da residência. Utilizando a mesma ideia, câmaras podem ser dispostas para gerir aposentos específicos na residência, tais como o quarto das crianças. Este controlo pode ser feito localmente ou por controlo remoto,

através de computadores interligados em redes ou através de uma linha telefónica, permitindo assim que uma central possa monitorar vários locais ao mesmo tempo.
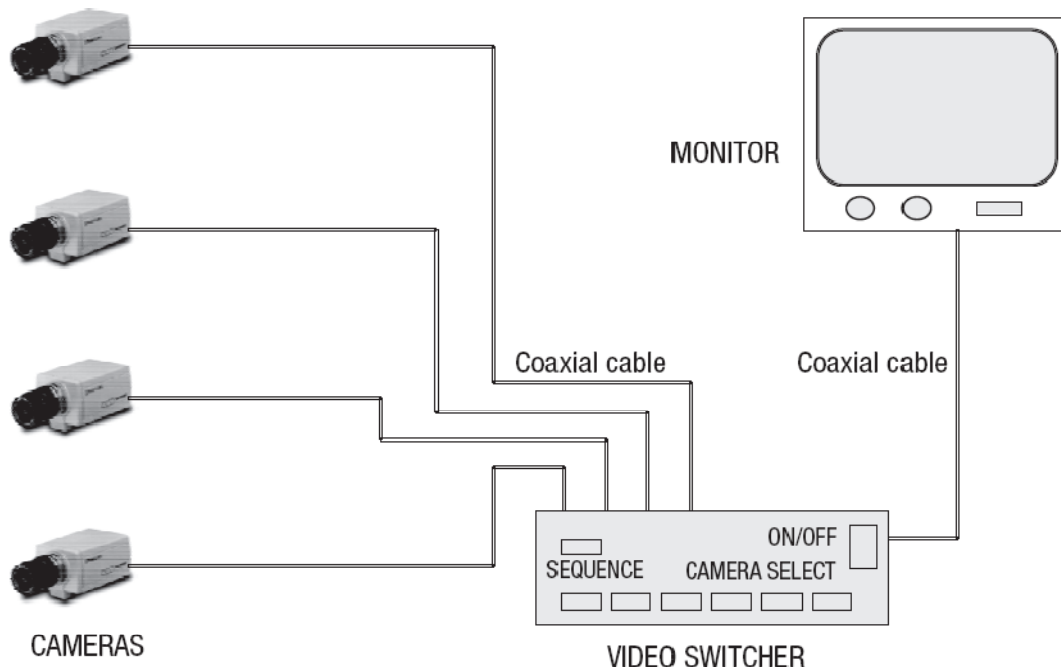
Figura 18: Composição do sistema CFTV

Fonte: Shengwei Wang, 2010

- **Detecção de Intrusão**

A principal função de segurança é a detecção de intrusão ao ambiente.

Este sistema de segurança garante a vigilância das diversas áreas do edifício, impedindo o acesso a pessoas não autorizadas. A criação de barreiras físicas ou virtuais, dispersando, dificultando ou ainda impedindo o propósito de intrusão ou ataque.

É usualmente composto por centrais de alarmes, câmaras de segurança, sensores de presença e sistemas de controlo de acesso. Este sistema deve actuar de forma integrada com os outros sistemas existentes. Em caso de detecção de estranhos o sistema pode enviar uma mensagem por sinais ou soar o alarme, e enviar mensagens por telefone;

- **Sistemas controlo de acessos**

Segundo (O'driscoll, 2001, apud Silva, 2006) o sistema de controlo de acessos tem como principal objectivo efectuar o controlo electrónico das pessoas (moradores, empregados e visitantes) e viaturas que estão dentro dos limites da residência.

Os tipos de sistema de controlo de acesso são os seguintes (O'driscoll, 2001, apud Silva 2006):

⇒ **Cartões de acesso:** podem ser ópticos, que empregam a tecnologia de código de barras, de baixo custo e que podem ser facilmente codificados e copiados. Existem também os cartões magnéticos, considerados dos mais seguros do mercado. Os cartões magnéticos são formados por duas fileiras de fios especiais com propriedades ferro magnéticas, prensados entre camadas de plásticos. Por fim temos o smart card ou cartão inteligente, que é um cartão em plástico que possui inserido na sua estrutura um circuito electrónico, que armazena informações de forma rápida e segura.
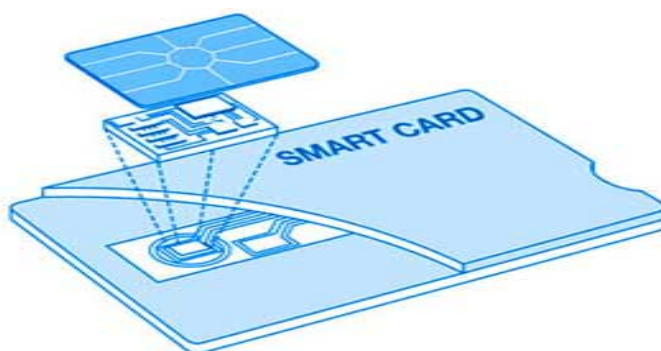
Figura 19: smart card
Fonte: www.gta.ufrj.br

⇒ **Identificador por rádio frequência - Radio-Frequency IDentification - (RFID):** é um método de identificação automática através de sinais de rádio, constituída de chips de silício e uma pequena antena embutidos (tags RFID[2]).

Figura 20: Identificação por Rádio Frequência
Fonte: www.rfidsystems.com.br

[2] É um transponder, pequeno objecto que pode ser colocado em uma pessoa, animal, equipamento, embalagem ou produto, dentre outros. Ele contém chips de silício e antenas que lhe permitem responder aos sinais de rádio enviados por uma base transmissora.

Em controlo de acessos são usados sistemas RFID de baixa frequência (30 kHz a 500 KHz), que têm pequeno alcance de leitura e baixo custo. Este sistema se tornou indispensável para uma grande variedade de recolha de dados e aplicações de identificação automatizada que não seriam possíveis com outras tecnologias.

⇒ **Sistemas biométricos de identificação:** A tecnologia biométrica é o reconhecimento automático de um indivíduo através de uma característica única e inerente a ele. Essa característica pessoal pode ser tanto fisiológica (impressão digital, face, íris, retina, geometria da mão, veias da palma da mão, ou do dedo e outras) ou comportamental (como a assinatura manuscrita, reconhecimento pela Voz, pelo movimento e outras). A palavra biométrica, oriunda do grego é a união das palavras *bios* (vida) e *métron* (medida), significando "medida da vida". A biometria torna-se uma das escolhas mais indicadas para qualquer circunstância que seja necessária a identificação segura de uma pessoa, devido ao facto de ter alto nível de credibilidade, e segurança, pois cada pessoa tem sua característica própria, que não pode ser copiada.

Figura 21: Dispositivo de leitura digital
Fonte: www.eletronicall.com.br

Figura 22: Leitor de geometria da mão
Fonte: Neto, 2004

2.4.3. Função de assistência e saúde

É uma função aplicada ao controlo da saúde, onde com a ajuda de equipamentos é possível prevenir doenças e problemas de saúde. Como no caso de um dispositivo instalado no sifão do banheiro que pode medir o pulso e a pressão arterial, o nível de açúcar e da albumina na urina registando os dados. Há também dispositivos espalhados pela casa, ou carregados com as pessoas, que em caso do morador se sentir mal ou se tiver outro problema, o mesmo acciona o dispositivo que envia um aviso a uma central receptora, a um centro de saúde ou a algum vizinho (Angel, 1993, p. 60 – 61).

2.4.4. Função de comunicação

O serviço de comunicação se aplica à interactividade tanto de equipamentos – usuário quanto a equipamentos entre si, por meio de cabos e outros sistemas de comunicação. Como exemplo de comunicação entre equipamento e usuário, pode ser citado o comando de televisão ou do aparelho de som através de controlos de infravermelho, e a comunicação de equipamento com equipamento, que pode ser exemplificada com a conexão de um sistema de segurança e a rede telefónica, através do qual o sistema realiza chamadas em casos de emergência (Angel, 1993, p. 61 – 62).

2.4.4.1. Comunicação – controlo

Com a ajuda das funções de controlo e de gestão, é possível interligar os vários dispositivos entre si e com o operador do sistema. Com o desenvolvimento das técnicas digitais e dos microprocessadores, os utilizadores podem receber sinais dos sistemas através de áudio, de textos, dados e imagens e de acordo com a programação de cada e o controlo efectuado, uma vez que as técnicas de controlo são semelhantes em todos os dispositivos. A comunicação pode ser realizada utilizando os cabos de comunicação convencional ou utilizando comandos à distância, recorrendo a dispositivos infravermelhos, ultra-sons, ou rádio frequência. Alguns sistemas domóticos tratam a comunicação toda em conjunto ajudando na interacção com o ambiente (Angel, 1993, p. 64).

2.4.4.2. Comunicação – espaçamento

Segundo (Angel, 1993, p. 65 – 66) dentre os serviços oferecidos por esta subfunção, pode-se citar a possibilidade do relacionamento da família com o ambiente externo e os serviços

colectivos dos imóveis. Para realização destes serviços colectivos tem-se a necessidade de interconectar os aparelhos de áudio e vídeo-comunicação da casa, fazendo-os comunicarem entre si, permitindo assim um melhor serviço de som e imagem, aumentando o conforto.

2.4.4.3.Comunicação – serviços

Conforme (Angel, 1993, p. 67) esta subfunção visa a conexão da rede interna de áudio e vídeo com uma rede exterior, podendo esta ser pública ou privada.
Nos objectivos deste serviço estão incluídos: a tele-educação, e o teletrabalho que consiste em trabalhar na nossa própria casa. Graças à domótica, será possível aceder ao ambiente de trabalho do computador pessoal, ao correio electrónico, documentos, entre outros, tudo isto a partir de qualquer divisão da casa. Através do monitor da televisão ou até mesmo do espelho da casa de banho será possível gerir uma fábrica ou uma empresa a centenas de quilómetros de distância, monitorizar e controlar a produção. Permitirá ainda preparar reuniões e apresentações, simulando a presença de pessoas, com base nos seus dados pessoais e características próprias.
A utilização ocasional do sistema de teletrabalho poderá ser de grande utilidade para qualquer profissional. No entanto, a sua prática usual poderá dar origem a distúrbios sociais. Utilizar repetidamente a tecnologia de teletrabalho implicaria deixar de ir ao local de trabalho e consequentemente a quebra de relações sociais, o isolamento e o surgimento de distúrbios psicológicos. O ideal será aproveitar a tecnologia em benefício do ser humano, como forma de conciliar as suas exigências pessoais e profissionais por exemplo, mas sem deixar que as desvantagens se sobreponham aos benefícios (Teixeira et all, 2007).

2.4.4.4.Comunicação – comodidade

A domótica utiliza redes de alta capacidade de transmissão de dados e protocolos de comunicação com grandes velocidades e com funções realizáveis a distância passando ao utilizador a possibilidade de aumentar e personalizar as distintas funções da casa. A concentração de todos os comandos por controlo remoto de aparelhos em apenas uma interface garante um maior bem-estar.

O que este serviço tem a oferecer para um maior conforto:

- Concentrar aparelhos de áudio e vídeo num ponto do ambiente;

- Concretizar uma comunicação entre os aparelhos para diminuir os comandos múltiplos;
- Disponibilizar em outros cómodos da casa, receptores conectados a uma mesma rede de comunicação.

Alguns sistemas contam com um controlador para aparelhos de imagem e vídeo, com microprocessador integrado, uma rede de conexão separada e controlos por infravermelho em cada ambiente (Angel, 1993, p. 65 – 66).

Capítulo 3 Tecnologias Domóticas

3.1. Introdução

Actualmente, existem grandes números de soluções comerciais baseadas em vários protocolos criados para sistemas de automação de edifícios. Segundo (Amory e Júnior, 2001, p. 23, apud Castanheira, 2005, p.22) protocolo é a especificação de um conjunto de regras que diversos equipamentos respeitam para trocar informações. São usados como linguagem de comunicação entre os módulos processadores responsáveis pelo controlo de actuadores e monitorização de sensores.

Dentro das principais tecnologias domóticas existentes no mercado podemos referir os sistemas inicialmente desenvolvidos nos Estados Unidos, como o *X-10*, o *Consumer Electronics Bus (CEBus)*, o *Lon Works*, e o *Smart House* (casa inteligente) que foi criado na segunda metade dos anos oitenta, pela *Smart House Limited Partnership, para a National Association of Home Builders (NAHB)*, e compreende cinco subsistemas: controle/comunicação, telecomunicações, energia eléctrica, rede coaxial e gás. O problema na utilização do padrão *Smart House* tem sido o seu custo. A necessidade de cabos especiais com poucos fornecedores (apenas 3 no mercado americano) e o facto de ser voltado para casas em fase de construção (devido ao facto da necessidade de cabo especial para a distribuição e controle dos dispositivos), ou ainda sistemas inicialmente desenvolvidos na Europa, como o *European Installation Bus (EIB)*, o *European Home Systems (EHS)* que é um protocolo criado

baseado nos requisitos e restrições que a automação doméstica exige, e o *BatiBUS* protocolo promovido por um grupo de empresas em França (1998), tendo como principal objectivo a integração de sensores inteligentes. Utiliza como meio físico o par trançado ou telefónico para a transmissão de sinais e para alimentação de dispositivos em 15 Vdc, ou ainda um cabo blindado Batbus a 4 KV. Este protocolo tem como principais vantagens, a ausência de uma unidade central, os módulos comunicam-se entre si directamente, apesar das vantagens este protocolo tem alguns pontos menos positivos como a complexidade de programação, pouca oferta no mercado, quer a nível de fornecedores e consequentemente a nível de produtos, possui um único meio de comunicação, tornando por isso a sua inserção em habitações já construídas muito difícil. Para finalizar temos ainda o sistema pioneiro no Japão *Home Bus System (HBS).*

Todos estes protocolos de comunicação constituem verdadeiros standards, que normalmente são geridos por instituições ou associações, criadas especialmente para o efeito, como é o caso da EIBA em tudo o que diz respeito ao protocolo EIB ou pela associação de fabricantes *Lonmark* que faz o mesmo em relação ao protocolo *LonWorks*.

Esta dissertação centra as suas atenções essencialmente sobre o protocolo X-10 sendo este o considerado mais marcante na área da domótica por diferentes motivos. Actualmente o X-10 é uma tecnologia comercial bastante divulgada, com custos baixos, e grande facilidade de instalação.
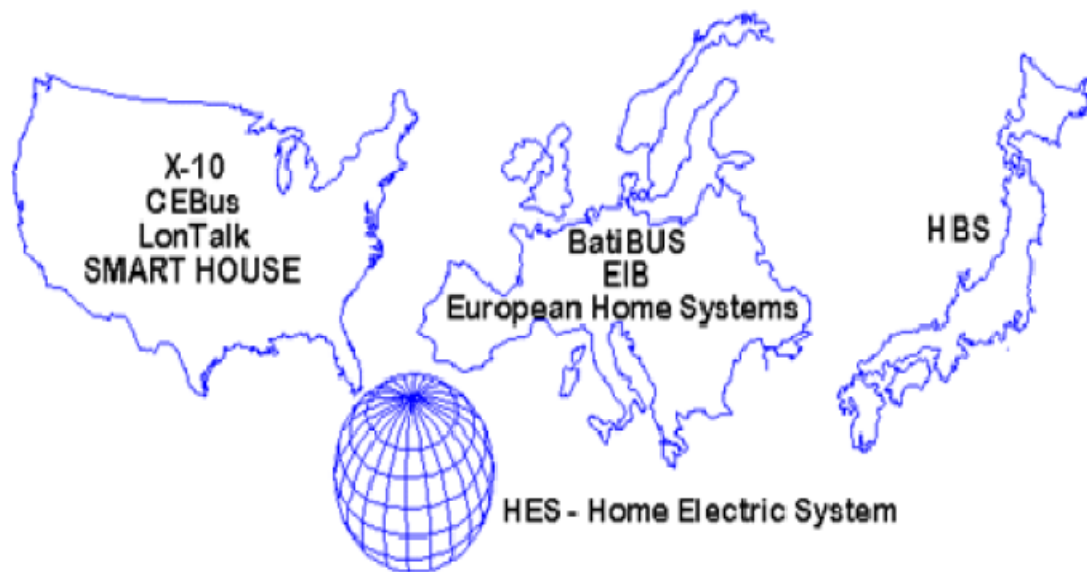
Figura 23: Os principais protocolos de comunicações de automação residencial

Fonte: Teza, 2002

3.2. Protocolo X-10

O protocolo X-10 é um padrão internacional de comunicações através da rede eléctrica de 110/220 volts com dispositivos usados para domótica. (Valente, Alexandre). Este protocolo que é um dos mais antigos padrões de rede para sistemas de automação residencial, foi desenvolvido na década de setenta, pela empresa escocesa *Pico Eletronics ltda*. O primeiro produto X-10 foi vendido ao público em 1978, e a partir dessa data o X-10 tem vindo a fazer parte de muitas habitações domóticas.

O sistema X-10 foi desenhado de forma a poder ser instalado em edifícios de pequenas dimensões, como residências ou edifícios de habitação (condomínios), para aplicações autónomas não integradas, e com uma arquitectura descentralizada, podendo ser instalado tanto na altura de construção do edifício, como depois através de módulos, ou elementos comprados individualmente.

A sua finalidade é monitorizar e controlar sistemas de iluminação, aquecimento, ventilação, ar condicionado, dispositivos, comunicar pela *net* ou *sms*, usar vídeo *cams* remotos, utilizar integração com sistemas de wireless, exercer e controlar sistemas de segurança e prevenção de acidentes (detecção de fumos, incêndios e inundações).

Actualmente o sistema X-10 suporta a comunicação via Radiofrequência (RF), em que os módulos já não utilizam a rede eléctrica mas comunicam entre si utilizando ondas de rádio. Este método tem como vantagem permitir enviar comandos directamente de um controlo remoto. Porém nem todos os actuadores possuem a capacidade de receber comandos em RF. Por tal facto existem dispositivos que recebem os comandos de RF e de seguida, os transmitem para a rede eléctrica, servindo assim de ponte entre o controlo remoto e os actuadores sem receptor RF. O controlo dos módulos X-10 é bastante simples e pode ser efectuado por programas para computador. Há disponíveis na internet uma grande variedade de programas, alguns gratuitos, com a possibilidade de controlar e monitorizar qualquer dispositivo instalado na habitação bastando para isso indicar o endereço do dispositivo no software e indicar o seu tipo.

3.2.1. Os dispositivos X-10

Os dispositivos que implementam este protocolo de comunicação dividem-se em duas categorias: transmissores e receptores. A (tabela 3) apresenta alguns tipos de receptores e suas aplicações, e a (tabela 4) apresenta alguns tipos de transmissores e suas aplicações.

Tabela 3: Receptores X-10 (Bolzani, 2004)

Receptores	**Aplicação**
Módulo para lâmpada	Ligar, desligar e Regular a intensidade luminosa das lâmpadas
Módulo de aparelho	Ligar, desligar qualquer aparelho
Tomada de força	Controlar (ligar, desligar) equipamentos conectados
Módulo universal	Controlar (abrir, fechar) sistemas de baixa voltagem, tais como válvulas de fluxo de fluidos, controles de cortinas e portas automáticas
Sonorizador	Produzir avisos sonoros
Sirene	Alarme para sistemas de segurança

Tabela 4: Transmissores X-10 (Bolzani, 2004)

Transmissores	**Aplicação**
Interruptor	Ligar, desligar e dimensionar o brilho das lâmpadas
Controlador	Ligar, desligar e dimensionar o brilho das lâmpadas
Temporizador	Programação de eventos (ligar, desligar e dimensionar)
Respondedor telefónico	Recebe comandos através de tons telefónicos e os envia como comandos X-10 aos equipamentos
Computador	Programação de eventos através de sinais recebidos e enviados através de uma placa de comunicação

Uma rede de dispositivos X-10 é composta por transmissores (controladores) que estão geralmente ligados ao servidor da aplicação (um computador por exemplo) e é este que envia as ordens aos receptores (actuadores) utilizando a rede elétrica existente. Estes por sua vez, fazem accionar o comando que receberam dos transmissores, tipo: on, off, clarear, abrir, Fechar aparelhos luzes ou outros equipamentos em sua casa. A figura abaixo mostra uma rede de dispositivos X-10.
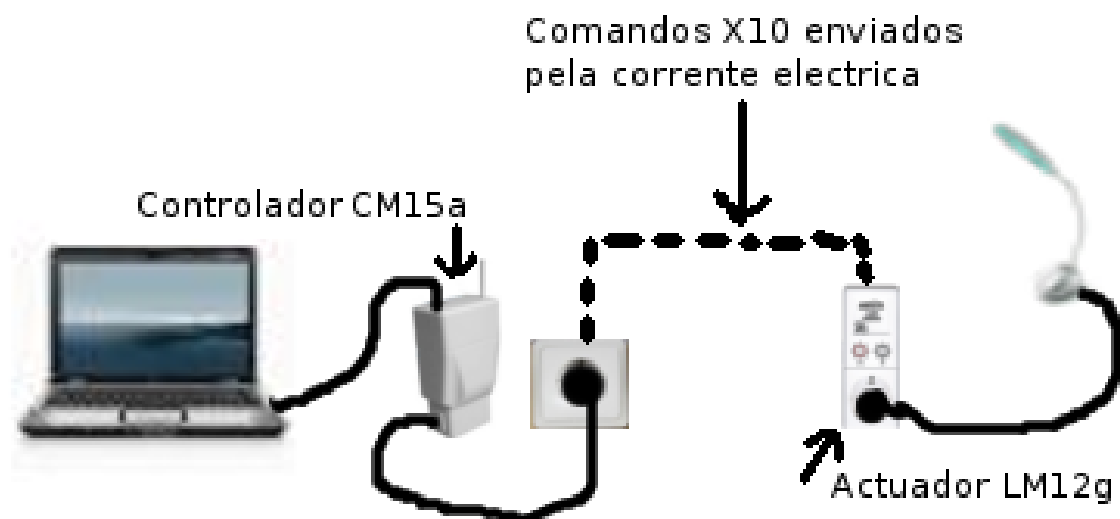
Figura 24: Rede de dispositivos X10

Fonte: Valente

O protocolo X-10 implementa um sistema simples de endereçamento constituído por duas partes: código de casa (*house code*) que é composto por letras de A a P e código de unidade (*unit code*), corresponde a uma zona de um determinado circuito de comando e tem também 16 posições possíveis de 1 a 16, assim é possível ter no sistema até 256 dispositivos (16 códigos de casa x 16 códigos de dispositivo).
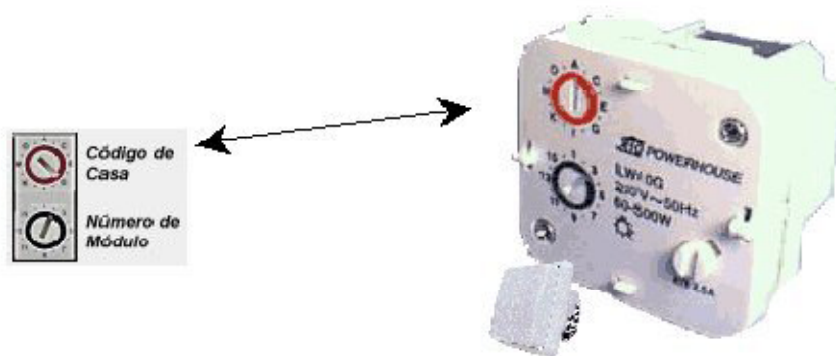
Figura 25: Configurar um módulo

Fonte: Madrid, Villalba

Para a transmissão de comandos para um dispositivo é utilizado o seu endereço seguido do comando. Por exemplo para ligar uma lâmpada com o endereço A5 são enviadas duas mensagens, uma que selecciona o código A5 e de seguida a outra que explicita o comando ligar. Os formatos das mensagens são os seguintes:
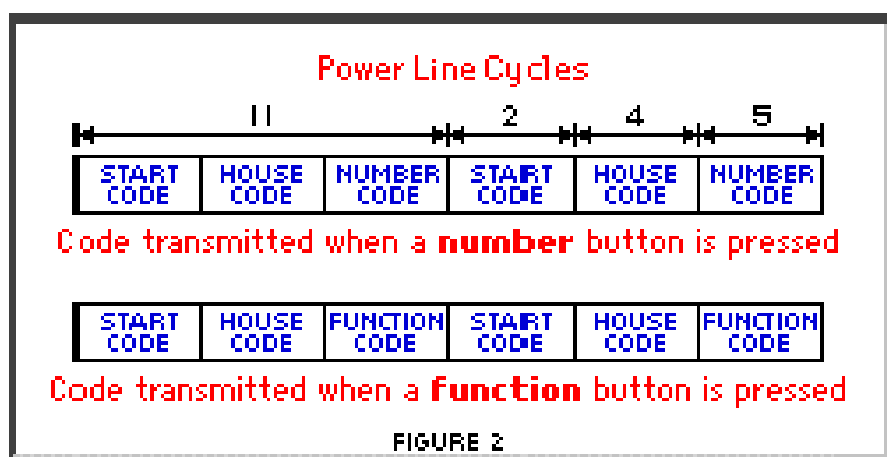
Figura 26: Formatos das mensagens X-10

Fonte: Nunes, 2009

O envio de um comando para um dispositivo é composto pelo envio das duas mensagens acima apresentadas, em que na primeira foi seleccionado o dispositivo. O *start code* é sempre igual para todas as mensagens que é o 1110. O *house code* é o código do dispositivo que se quer manejar, e é composto por 4 bits. Pode-se ter vários dispositivos com o mesmo *house code*, o que permite que uma única instrução seja recebida e executada por todos os dispositivos com a mesma identificação. O *number code* é o código do dispositivo que se pretende enviar um comando. A mensagem é sempre enviada duas vezes para efeitos de redundância.

Dos 22bits os últimos 11bits são a repetição dos primeiros 11bits. Na segunda mensagem é enviado o comando. A mensagem é semelhante à anterior mas em vez de ser enviado o número do dispositivo é enviado o código da função. O envio de um bit pressupõe sempre o envio do seu complemento (excepto no campo s*tart code*).

A (tabela 5) mostra os *house codes* bem como o *number codes* e funções. Do lado esquerdo estão os códigos da casa compostos por 4 bits, e do lado direito os códigos do dispositivo e das funções compostos por 5 bits, em que o ultimo bit indica se é dispositivo (bit a 0) ou função (bit a 1).

Tabela 5: Possibilidades de codificação de equipamentos X-10 (Fonte: Nunes, 2009)

House Codes

	H8	H4	H2	H1
A	0	1	1	0
B	1	1	1	0
C	0	0	1	0
D	1	0	1	0
E	0	0	0	1
F	1	0	0	1
G	0	1	0	1
H	1	1	0	1
I	0	1	1	1
J	1	1	1	1
K	0	0	1	1
L	1	0	1	1
M	0	0	0	0
N	1	0	0	0
O	0	1	0	0
P	1	1	0	0

Unit/Function Codes

	D8	D4	D2	D1	F
1	0	1	1	0	0
2	1	1	1	0	0
3	0	0	1	0	0
4	1	0	1	0	0
5	0	0	0	1	0
6	1	0	0	1	0
7	0	1	0	1	0
8	1	1	0	1	0
9	0	1	1	1	0
10	1	1	1	1	0
11	0	0	1	1	0
12	1	0	1	1	0
13	0	0	0	0	0
14	1	0	0	0	0
15	0	1	0	0	0
16	1	1	0	0	0
All Units Off	0	0	0	0	1
All Units On	0	0	0	1	1
On	0	0	1	0	1
Off	0	0	1	1	1
Dim	0	1	0	0	1
Bright	0	1	0	1	1
All Lights Off	0	1	1	0	1
Extended Code	0	1	1	1	1
Hail Request	1	0	0	0	1
Hail Acknowledge	1	0	0	1	1
Pre-Set Dim	1	0	1	X	1
Extended Data	1	1	0	0	1
Status is On	1	1	0	1	1
Status is Off	1	1	1	0	1
Status Request	1	1	1	1	1

3.2.2. Aplicações e produtos X-10

Existe uma vasta gama de equipamentos que implementam o protocolo X-10, desde interruptores para iluminação a paneis completos de controlo, transmissores e receptores de rádio frequências. De seguida apresenta-se um conjunto de aplicações com o protocolo X-10.

- Sala
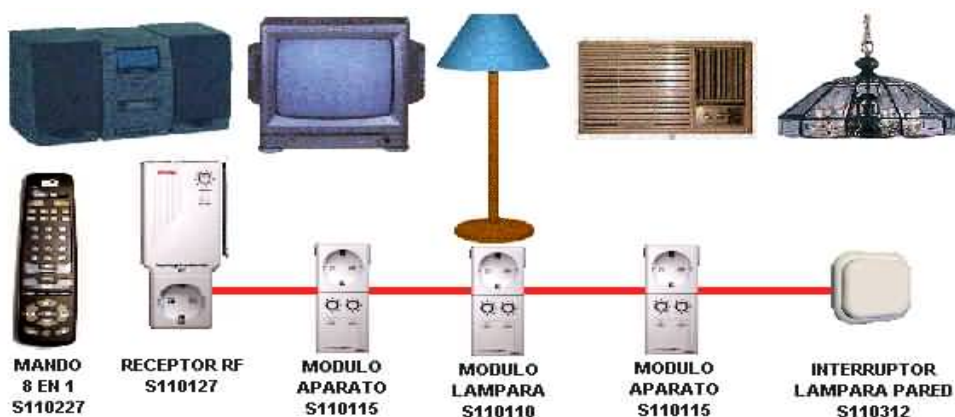
Figura 27: produtos X-10 para sala

Fonte: www.superinventos.com

Graças ao X-10, agora é possível controlar a intensidade das luzes, equipamentos domésticos (televisão, ar condicionado), a partir da comodidade do seu sofá com um único comando por RF e um receptor de RF.

- Cozinha
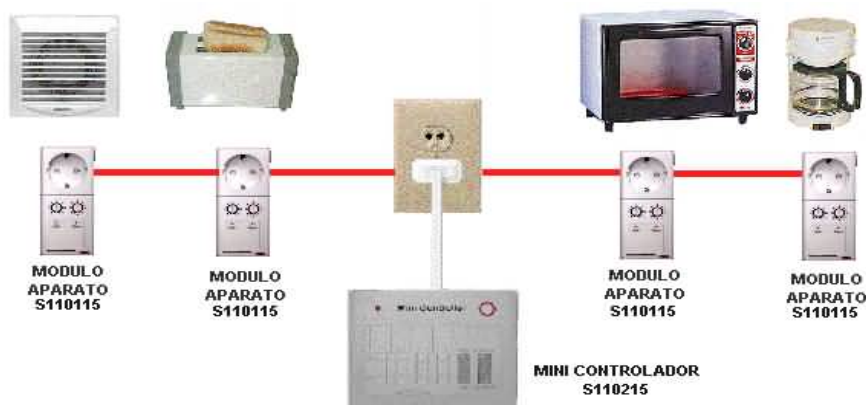
Figura 28: Produtos X-10 para cozinha

Fonte: www.superinventos.com

Tendo os electrodomésticos da cozinha controlados por X-10, podemos pô-los a trabalhar ou pólos parados, a partir de qualquer parte da casa. A função *off* do mini controlador assegura que nenhum equipamento fica acidentalmente ligado.

- Quarto
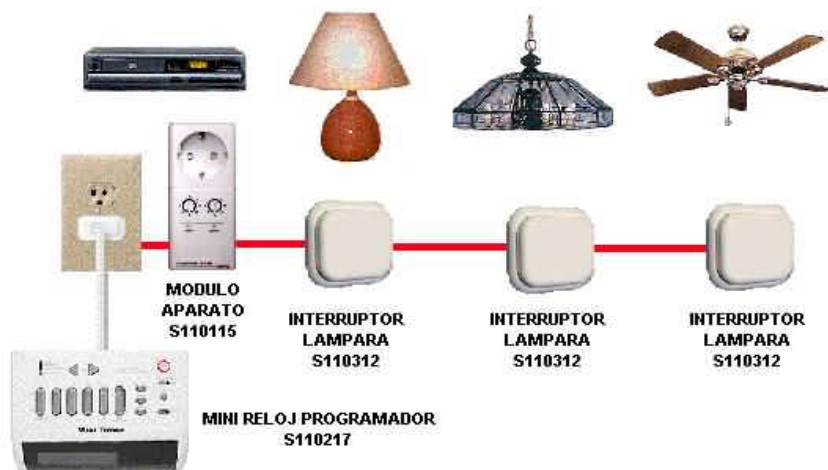
Figura 29: produtos X-10 para quarto

Fonte: www.superinventos.com

Com o relógio programador não precisa levantar-se para apagar a luz, basta regular o momento que se pretende que a luz seja reduzida de intensidade ou se apague, e este executa as suas ordens, automaticamente. Assim poder-se-á economizar energia, e por conseguinte dinheiro.

- Escritório
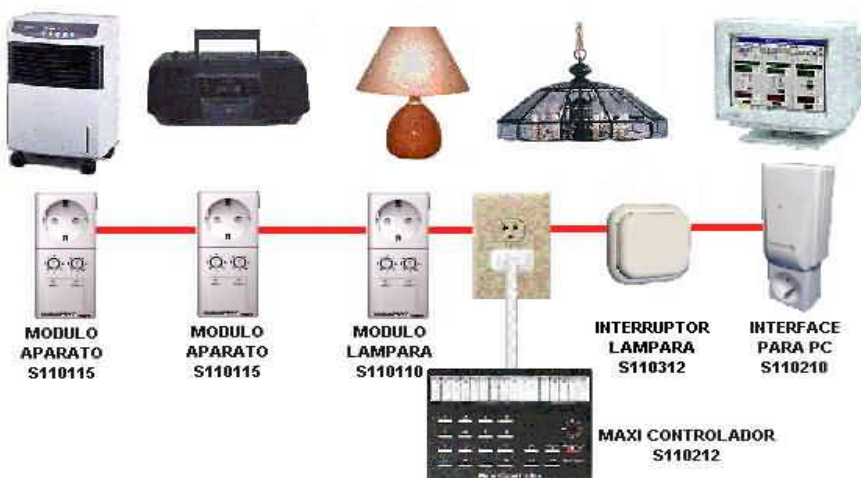
Figura 30: produtos X-10 para escritório

Fonte: www.superinventos.com

3.2.3. Vantagens e desvantagens da tecnologia:

O protocolo X-10 possui uma série de vantagens, em relação aos demais protocolos. A seguir são apresentadas algumas vantagens, que fazem do X-10 um dos protocolos mais usados no processo de automação de edifícios:

- Este protocolo utiliza a rede eléctrica tradicional como meio de comunicação entre os diversos dispositivos, não necessitando de uma rede de tubagem adicional.
- Não é preciso uma unidade central. Os módulos comunicam-se entre si directamente.
- O X-10 é fácil de se instalar e se utilizar.
- Possui baixo custo dos equipamentos.
- Não é preciso técnicos especializados para fazer a sua instalação.

Embora todas essas vantagens sejam importantes, algumas barreiras ainda impedem a implementação do protocolo em larga escala.

- Os sinais X-10 podem ser degradados ou alterados por equipamentos de corrente portadora, nomeadamente alguns tipos de fontes de alimentação.
- O protocolo X-10 não detecta nem tolera colisões. Logo se dois comandos X-10 forem enviados ao mesmo tempo, é possível que eles não cheguem ao destino.
- A limitação de 16 códigos de casa e 16 unidades de código torna o espaço de endereçamento um pouco apertado. Não há hipótese de crescer para além dos 256 componentes.
- Operar apenas funções simples tipo liga/desliga e controlo da intensidade da iluminação.

3.3. Protocolo CEBus

O protocolo *Consumer Electronics Bus* (CEBus) foi desenvolvido em 1984 pela *Eletronics Industries Allience – Associação de Indústrias Eletrônicas* (EIA), nos Estados Unidos da América.

O CEBus consiste numa arquitectura aberta que define protocolos para a comunicação de aparelhos através de linhas de força par trançado de baixa voltagem, cabo coaxial, infravermelhos, Rádio Frequência (RF) e fibra óptica.

Este protocolo foi desenvolvido para suportar as seguintes funções, constantes da série de normas ANSI/EIA-600:

- Controlo remoto;
- Indicação de status;
- Instrumentação remota;
- Controlo de energia eléctrica;
- Maior segurança dos dados enviados e recebidos;
- Coordenação de aparelhos de áudio e vídeo;
- Distribuição residencial de áudio e vídeo.

Segundo (Parmeggiani, 2001, apud Coruja, 2005) algumas características de CEBus se destacam em relação às demais tecnologias de rede baseadas na rede eléctrica:

- Permite diversos dispositivos utilizarem subconjuntos de facilidades de CEBus, pois todos devem interpretar um conjunto mínimo de comandos;
- Suporta a distribuição de áudio e vídeo em vários formatos analógicos e digitais;
- Utiliza uma estratégia distribuída, onde não é necessário um controlador central para que os dispositivos possam se comunicar;
- Permite a adição e remoção de dispositivos sem interrupção e com o mínimo de envolvimento do usuário;
- Provê um bom meio para dispositivos acessarem um mídia compartilhada e permite maior prioridade para aplicações com restrições temporárias.

A (figura 31) mostra uma rede típica CEBus com 3 diferentes mídias interconectadas, utilizando router, sensores, controladores e aplicações finais (luzes, áudio, vídeo).
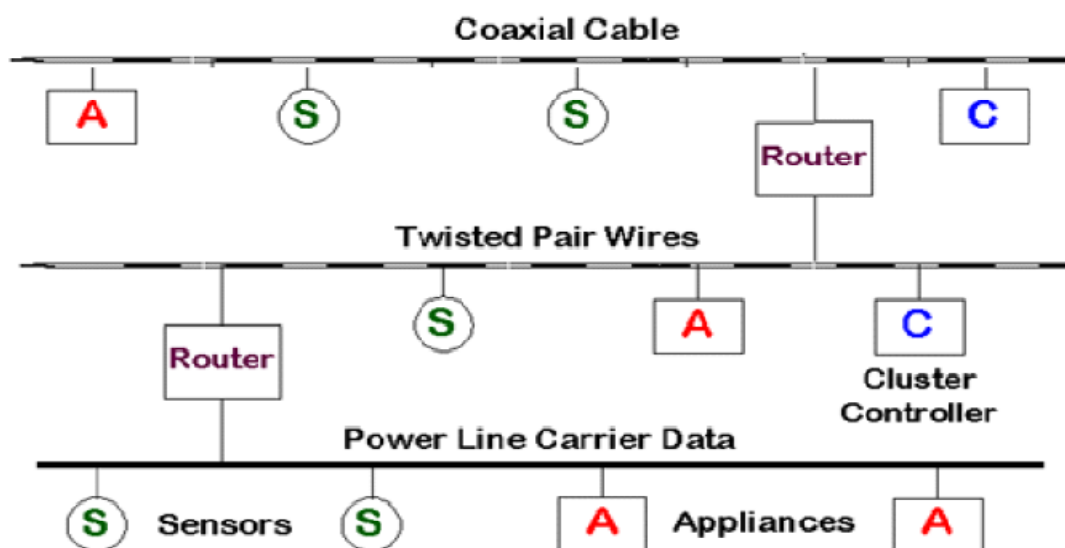
Figura 31: Exemplo de topologia CEBus

Fonte: Teza, 2002

O protocolo CEBus apresenta boa relação custo/ beneficio, permite a automação residencial em imóveis existentes através de reformas, não é necessária uma unidade central, os módulos comunicam-se entre si directamente.

3.4. Protocolo Lon Works

Lon Works é uma tecnologia desenvolvida pela empresa norte americana E*chelon Corporation*, criada em 1990. Em Dezembro de 1992 a *Inteligent Building Institute (IBI)*, qualificou Lon Works como uma das três tecnologias recomendadas para automação predial.

A comunicação de rede pode ser efectuada por diversos tipos de meios físicos que podem ser fibra óptica, radiofrequência, rede eléctrica e par entrançado. Cada tipo de canal de comunicação tem as suas características e distâncias máximas, número de dispositivos máximo e largura de banda. O tipo mais comum é o par entrançado que opera a 78Kbits/s. Para a rede eléctrica a velocidade são 5.4Kbits/s. A maior parte dos dispositivos apenas podem estar num canal a não ser que seja utilizado um router.

A comunicação entre os dispositivos é efectuada utilizando *o LonTalk*, que inclui acesso ao meio, comunicação ponto a ponto e alguns serviços avançados como autenticação, prioridade,

detecção de mensagem duplicada, colisão, múltiplas taxas de transmissão, suporte a cliente-servidor e detecção de erros.

A tecnologia Lon Works é formada por uma rede de dispositivo inteligente de controlo chamados *"Nós"* que se comunicam usando um protocolo comum. "Nós" podem ser detectores de proximidade, chaves, detectores de movimento e relés. Cada *"Nó"* de rede, por sua vez, contém inteligência embutida capaz de implementar o protocolo e desempenhar todas as funções de controlo. Alem disso, cada *"Nó"* inclui um interface "transceptor" com o meio físico, que conecta ao micro controlador do *"Nó"* ao meio da comunicação.

Uma rede Lon Works permite ao utilizador monitorizar, diagnosticar, controlar e gerir, 24 horas por dia todos os dispositivos existentes.

O LonWorks é uma tecnologia bastante complexa e difícil de obter documentação, não existindo ainda muitos instaladores certificados. Esta tecnologia para ser instalada têm que recorrer sempre a um instalador certificado, e não é virada para o utilizador comum alterar ou adicionar módulos à rede de comunicações. Cada dispositivo requer um *neuron chip* fazendo com que o custo total dos dispositivos seja um pouco mais caro em relação a ter um *neuron* chip por vários dispositivos. O modelo de programação dos dispositivos é inteligente e eficaz, mas requer que seja aprendida uma nova linguagem criada pela *Echelon o neuron C*.

3.5. Protocolo EIB/KNX

O protocolo European Installation Bus (EIB) foi criado há mais de dez anos pela *European Installation Bus Association (EIBA)*, com sede em Bruxelas, da qual são membros efectivos 98 empresas internacionais.
O sistema EIB é usualmente implementado como um sistema descentralizado, que interliga todos os componentes sem recorrer à utilização de uma unidade central de processamento. Os componentes dividem-se basicamente em 3 classes; alimentadores, sensores (os que emitem ordens) e actuadores (os que executam ordens).
A comunicação entre os actuadores e sensores é feita directamente entre os mesmos. O endereçamento físico dos componentes do sistema é feito recorrendo a conjuntos de 3 octetos. Num mesmo sistema podem ser suportados até 65536 componentes (actuadores e/ou sensores). O EIB utiliza como meio físico o par entrelaçado, a rede eléctrica, a radiofrequência e os infravermelhos.

Além de aplicações como controlo de luzes, cortinas e sistemas de ventilação, incluem controlo total de ambientes, salas de áudio, acesso de controlo a distância por rede e Internet e inteligência artificial que actua de acordo com as condições externas como ventos e chuvas.

Em 1999, foi criada a *Konnex Association* (KNX), pela fusão das associações EIBA, Batibus *Club International* (BCI) e European Home Systems Association (EHSA). Representa mais de 200 empresas líderes mundiais de electrónica para automação de edifícios.

A KNX tinha o objectivo de obter um standard Europeu para a automação de edifícios, além deste objectivo pretendiam melhorar a prestação de serviços dos vários meios físicos, introduzir novos modos de funcionamento com a filosofia *Plug&Play* aos vários dispositivos numa casa, juntar empresas fornecedoras de serviços como as de telecomunicação e as de electricidade para um controlo da casa à distância. A KNX fez uma junção dos sistemas EIB, *Batibus* e EHS para criar uma única norma europeia que seja capaz de oferecer qualidade e que consiga competir com outros sistemas como o LonWorks ou CEBus.

Actualmente a norma é compatível com EIB e foi baseada na comunicação deste e contempla os modos de configuração do *Batibus* e EHS. Esta norma junta o melhor das três tecnologias.

Os modos de configuração do KNX são os seguintes (Nunes, 2009):

⇒ *S-mode* ou *System-mode* é a configuração proveniente do EIB, os dispositivos são instalados e configurados por profissionais através da ferramenta ETS. Este modo é o mais utilizado no KNX sendo o mais flexível permitindo maiores níveis de funcionalidade e de adaptação às particularidades de cada habitação.

⇒ *E-mode* ou *Easy mode* é a configuração fácil do sistema, os dispositivos vêm pré-programados de fábrica para realizar uma certa função, estes dispositivos tem que ser configurados no local da instalação utilizando um controlador ou através de micro-interruptores presentes nos dispositivos, com alguma semelhança face ao que é feito na tecnologia X10.

⇒ *A-mode* ou *Automatic mode* é o modo *Plug&Play* do KNX este modo visa a simplicidade de instalação por parte de um utilizador comum e não necessita de

qualquer configuração. Este modo foi pensado para a instalação de electrodomésticos e equipamentos de entretenimento (videojogos e multimédia).

Com o KNX a configuração dos sistemas domóticos não se tornaram tão simples como parecia, a configuração s-mode continua a ser a base de toda a configuração existente e alguns dispositivos suportam a configuração e-mode, pois nem todos suportam outra configuração que a s-mode. Em comparação com o X-10 o KNX é mais robusto e implementa um protocolo real de comunicação, com retransmissões, etc. mas o KNX não é imune a problemas de comunicação sobre a rede eléctrica, podendo ocorrer falhas. Tal como no X10 o ruído eléctrico era um problema no KNX também continua a ser.
De acordo com (Nunes, 2009), a implementação de um sistema KNX deverá ser feita por um técnico especializado, sendo necessário recorrer à ferramenta ETS. Aumentando os custos finais de instalação. Outro problema com esta tecnologia é o facto das novas configurações não serem simples. Por exemplo, se um utilizador quiser alterar uma preferência ou definição num dispositivo ou no sistema terá que carregar toda a configuração e o respectivo código dos dispositivos em questão para os mesmos. Na prática é necessário que alguns dispositivos domóticos parem de funcionar durante o tempo que a configuração demorar a ser instalada. Desta forma verifica-se que o KNX é pouco flexível a mudanças. A introdução de um novo dispositivo no sistema também origina o mesmo problema, toda a configuração terá que ser carregada para o novo dispositivo e os que com ele interactuam.

3.6. Integração dos sistemas

Um edifício inteligente, não é inteligente só pelo facto de se usar sistemas de domótica. O grande ponto deste conceito é a possibilidade de integração entre os vários sistemas de domótica. A integração está associada à capacidade de vários sistemas de diferentes fabricantes poderem comunicar entre si, trocarem informações e trabalharem juntos para atingirem os mesmos objectivos.

Isoladamente cada um dos sistemas adoptados em uma residência tem a sua eficiência limitada. Utilizando-se o conceito de integração, o potencial de benefícios aumenta consideravelmente.

O diagrama da (figura 32) exemplifica esta situação e enumera os principais sistemas domóticos susceptíveis de integração.
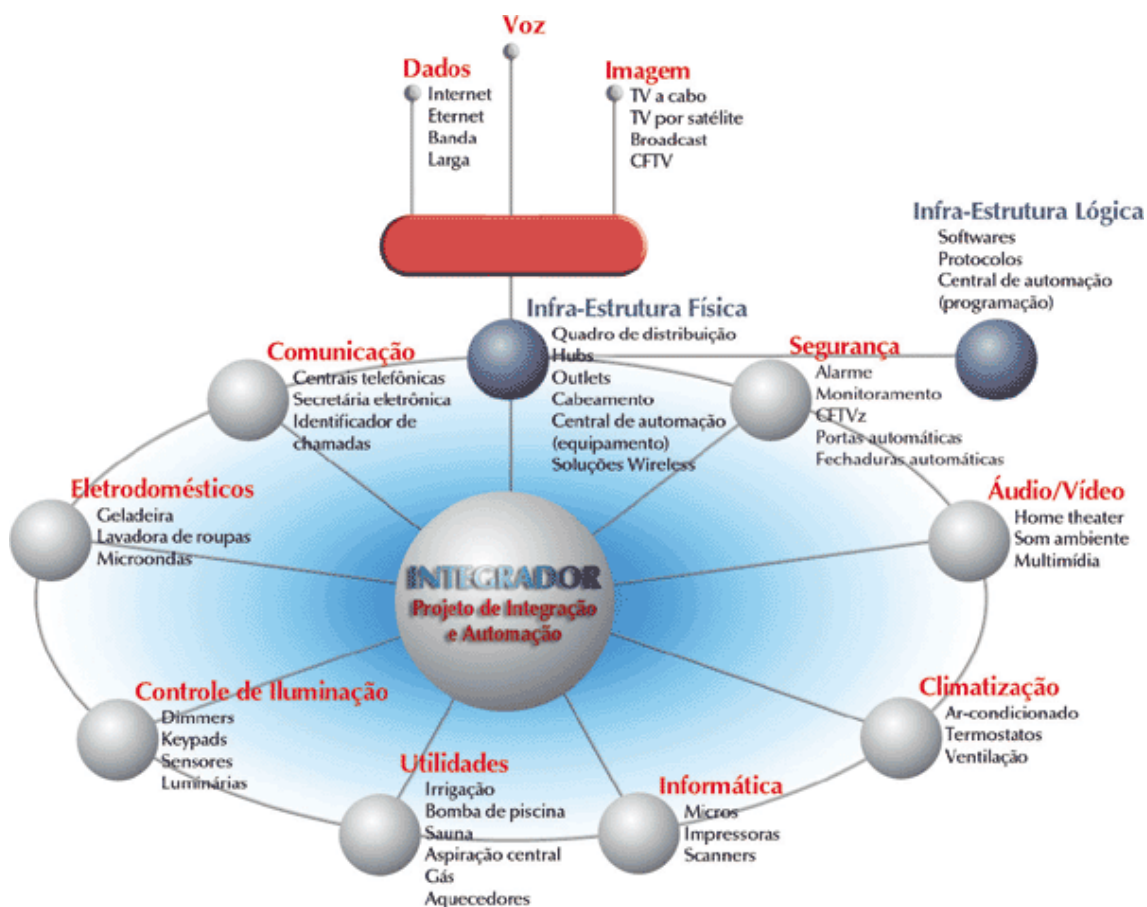
Figura 32: Integração de sistemas residenciais

Fonte: AURESIDE, 2005

Podemos observar na (figura 32) que no centro tem o integrador de sistemas residenciais responsável pela harmonia e interligação de todo o conjunto de sistema envolvidos em um projecto residencial.

Segundo (Bolzani, 2004) integrador de sistemas é quem projecta, coordena os outros profissionais, auxilia na escolha dos equipamentos, acompanha a instalação e até mesmo presta serviços de manutenção e actualização. Para realizar um projecto de maneira eficiente, o profissional precisa conhecer toda a gama de opções disponíveis, identificando as necessidades e as limitações do usuário.

Existem algumas sugestões a serem seguidas para o sucesso dos candidatos a integrador de sistemas residenciais (Bolzani, 2004):

- Assimilar os requisitos e objectivos a atingir: conhecer as pessoas envolvidas na execução da obra, desde o usuário, engenheiro, arquitecto, encarregado até fornecedores de materiais e demais profissionais que podem causar um entrave na execução do projecto. Cada um destes grupos tem necessidades conflituosas e é sua responsabilidade identificar todas as necessidades e limitações, de forma a optimizar as relações integrando-os na gestão e no processo de desenvolvimento do projecto. As novas soluções e os novos métodos de trabalho causam muitas divergências no dia-a-dia de uma obra.
- Compreender a tecnologia: conhecer todas as soluções disponíveis e estar actualizado. Isto é um processo sem fim, pois surgem novos conceitos a cada dia. Actualmente, existem vários sistemas inteligentes disponíveis para serem utilizados em residências e edifícios comercias e é sua função aplicar o equipamento adequado ás necessidades do cliente.
- Pesar os prós e os contras: basear a sua escolha em critérios preestabelecidos tais como limitações de custo e necessidades. Deverá ser capaz de compreender tendências da tecnologia e reconhecer quando um sistema se torna obsoleto ou inflexível ao longo dos tempos.
- Identificar as escolhas tecnológicas criativas: direccionar o seu projecto a fim de criar ou aumentar as perspectivas e oportunidades de todos aqueles que irão utilizar o sistema. Arquitecturas multifuncionais podem ser mais apropriadas para ambientes menores em regiões com grandes índices populacionais, por exemplo.

Aqui apresenta-se um exemplo de integração de vários sistemas, para que a ideia sobre este assunto fique o mais claro possível:

Na segurança, os sistemas captam uma ameaça de intrusão na residência e accionam, imediatamente, a iluminação de alguns ambientes e/ou o sistema de irrigação do jardim com o propósito de desviar o intruso. Ao mesmo tempo, o sistema de vídeo acciona a gravação, assim como, apresenta imagem do invasor, em tempo real, num canto da tela da TV e o sistema áudio emite um aviso sonoro. Persistindo a invasão, o sistema providencia a abertura da porta do canil para libertar os cães, trava as portas de acesso da residência e executa, ainda, ligação telefónica para a polícia ou para outro número previamente programado (Dias et all, 2004).

3.6.1. As vantagens da integração

A integração é a principal característica da automação residencial para os edifícios inteligentes. Isso deve-se as vantagens e potencialidades que o sistema oferece dos quais se destacam (Nunes, Renato):

- Um melhor aproveitamento dos recursos existentes e uma maior eficácia na sua utilização;
- Novas funções, como valor acrescentado da interacção e cooperação entre sistemas/aplicações;
- Reacções mais coordenadas e rápidas;
- A capacidade de correlacionar a informação, de a processar e de optimizar decisões;
- Acesso aos vários sistemas através de um mesmo ponto, o que se traduz numa utilização mais simplificada, flexível e eficaz;
- Aumentos de produtividade, facilitando a execução de tarefas complexas envolvendo diferentes sistemas;
- Soluções com uma melhor relação funcionalidades/custo.

Embora a integração tenha inúmeras vantagens, existem alguns aspectos menos positivos que importa apresentar:

- Em algumas situações poderá ocorrer subaproveitamento das características específicas de certos sistemas;
- Poderão surgir problemas operacionais relacionados com a interacção entre sistemas, podendo não ser trivial identificar a sua origem e quais as medidas a tomar;
- Poderão existir obstáculos legislativos à integração (por exemplo, existem países que obrigam a que os sistemas de detecção de incêndio sejam independentes e isolados).

Capítulo 4 Projecto Proposto

4.1. Introdução

Permitindo um melhor entendimento sobre a aplicabilidade da tecnologia X-10, será elaborado neste capítulo uma proposta alternativa de projecto que faz uso deste protocolo de comunicação. Este projecto será traçado visando conforto, economia, facilidade de manutenção, cuidado com a natureza e terá como objectivo disponibilizar ao público em geral um serviço que permita fazer a gestão inteligente de energia, e o controlo de segurança. Para a gestão inteligente de energia vai-se utilizar duas técnicas: gestão de energia automática, e gestão de energia através do uso de um software de gestão. Para o controlo de segurança será implementado um conjunto de sistemas de alarmes técnicos, alarmes de roubo e intrusão, sistema de vídeo porteiro, controlo de acesso e abertura de portas à distância.

A aplicação que resultará deste projecto de investigação deverá ser económica, de fácil instalação e utilização, para que cada um tenha a oportunidade de usar esta tecnologia. Para tal irão ser usados dispositivos de baixo custo com a capacidade de comunicarem sem fios, de forma a controlar o ambiente ao redor do utilizador, podendo aumentar e melhorar a sua qualidade de vida, no que diz respeito ao conforto caseiro, sem acrescentar fios intrusivos no edifício.

4.2. Descrição do edifício

Para implementação de automação residencial foi escolhida uma planta residencial (Figura 31), que adequasse as possibilidades de automação residencial. O lote onde está inserida a moradia tem aproximadamente 500.00 m2, e é composta por três pisos (cave, rés-do-chão e primeiro piso), e uma área de lazer (piscina).
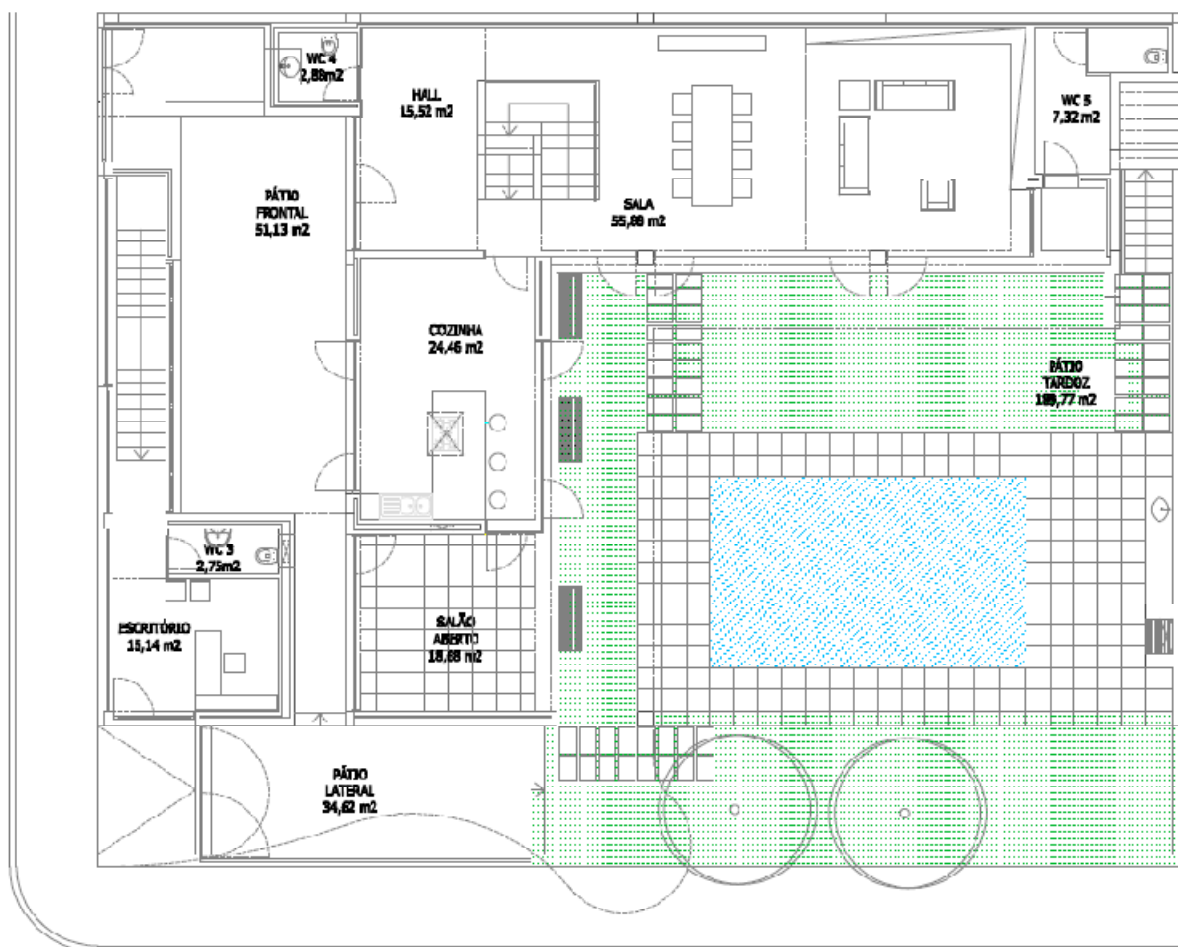
Figura 33: Planta R/ Chão

A cave está destinada para as áreas técnicas, o rés de chão encontra-se organizado de forma a permitir a comunicação com o exterior de modo a se poder usufruir da paisagem circundante, enquanto o primeiro piso é a área de descanso e repouso onde a distribuição dos interiores teve com objectivo principal, poder desfrutar da paisagem exterior e disposição solar.

4.3. Descrição das funcionalidades

Como já citado, as funcionalidades a ser implantada no projecto são: a gestão inteligente de energia, e o controlo de segurança. Abaixo são descritas detalhadamente algumas técnicas empregues, para fazer a gestão e o controlo das funcionalidades anteriormente citadas.

4.3.1. Gestão de energia

Conforme foi dito anteriormente, a gestão de energia será efectuado por dois processos, onde no primeiro processo, vai-se fazer a gestão de energia automática, e no segundo processo vai-se utilizar um software de gestão. Ainda inclui-se na gestão de energia, o uso do sistema de energia fotovoltáico, para que no caso de interrupção do fornecimento da energia eléctrica, o edifício funcione de maneira independente. A descrição mais detalhada de cada processo é feita a seguir.

1º. Processo: Gestão de energia Automática

A iluminação automática será implantada nos corredores, escadas e divisões pouco utilizadas, através da programação conjunta dos sensores de movimento e da luminosidade, sendo o controlo efectuado da seguinte forma: quando alguém entrar em algum desses recintos a iluminação acender-se-á automaticamente, e apagar-se-á algum tempo depois, quando a pessoa deixar o ambiente. O sensor de luminosidade faz a adaptação da iluminação à luminosidade natural, através de uma monitorização constante da mesma. O funcionamento deste controlo será demonstrado na (figura 34).
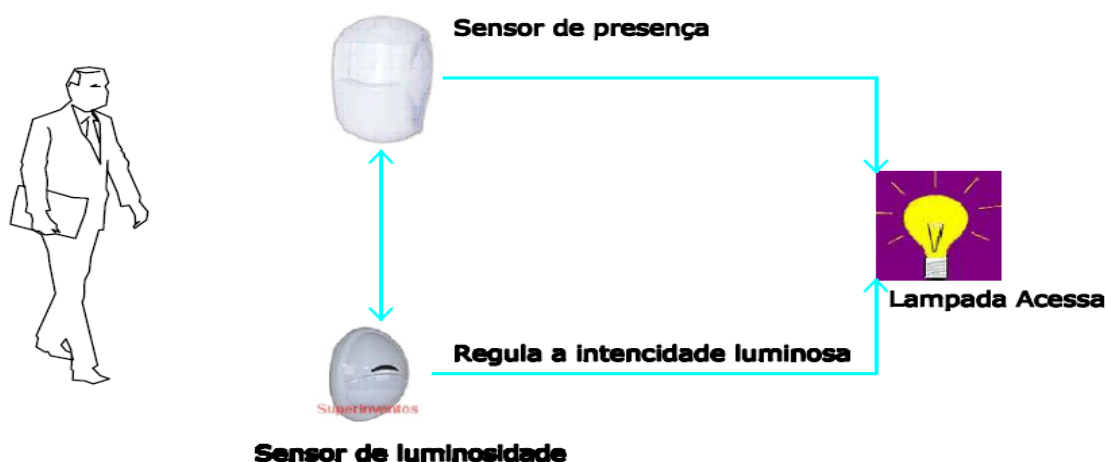
Figura 34: Gestão de energia automática

Fonte própria, 2010

Para a implementação desta funcionalidade, serão necessários pelo menos 8 sensores de movimento e 8 de luminosidade, espalhados pelos diferentes compartimentos do edifício, conforme mostra a (tabela 6) a seguir.

Tabela 6: recursos para implementação do controlo de energia automático (fonte própria, 2010)

Divisões	Pisos	Quantidade	
		Detectores de movimento	Sensores de luminosidade
Hall quarto	1º Andar	1	1
Circulação 2	1º Andar	1	1
Roupeiro	1º Andar	1	1
Sala TV	1º Andar	1	1
Sala	R/Chão	1	1
Hall	R/Chão	1	1
Garagem	C/V	1	1
Circulação	C/V	1	1

2º. Processo: O segundo processo empregue para fazer a gestão de energia é através do uso de um software de gestão.

Aqui, a gestão de energia, será através da interface controlador bidireccional de PC X-10, que inclui o software de gestão *Active Home*, que permite programar todos os módulos individuais de luzes, e controlar qualquer equipamento X-10, a partir de um computador.
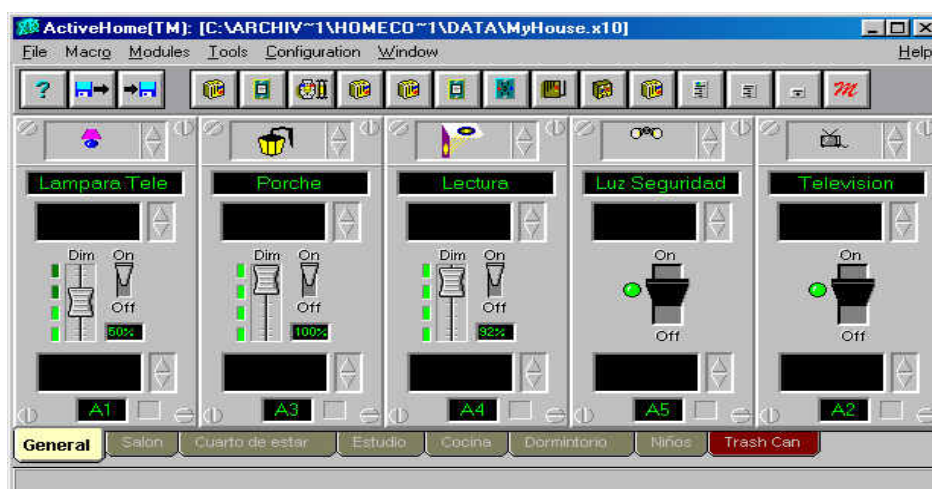
Figura 35: Active Home
Fonte: www.SuperInventos.com

Este software permite ainda, criar um conjunto de ordens encadeadas denominadas, *macros*.
A programação de *macros* realiza-se do seguinte modo: Por exemplo o *macro B1* (que podemos chamar de “ ambiente da sala”) fará que o modulo A1 se apague (luz do tecto da sala), o modulo A2 se acenda a 50%, e que meio minuto mais tarde comece a acender-se o modulo A3 para alcançar 40% da iluminação (www.superInventos.com). Assim podemos programar em um só *macro* as ordens que a nossa imaginação quiser conceber para criar os ambientes desejados.

Quando for programado um *macro* não será necessário que o computador esteja aberto para que o controlador bidireccional X-10 execute as ordens pré-estabelecidas. Assim quando for viajar, para que a sua casa possa ter uma aparência de estar habitada, basta programar as luzes para acender a determinadas horas e em determinadas compartimentos. Poderá optimizar o consumo de energia, tendo em conta a presença/ausência, hábitos e horários. Para o controlo da energia através do software *Active Home* propõe-se a seguinte arquitectura:
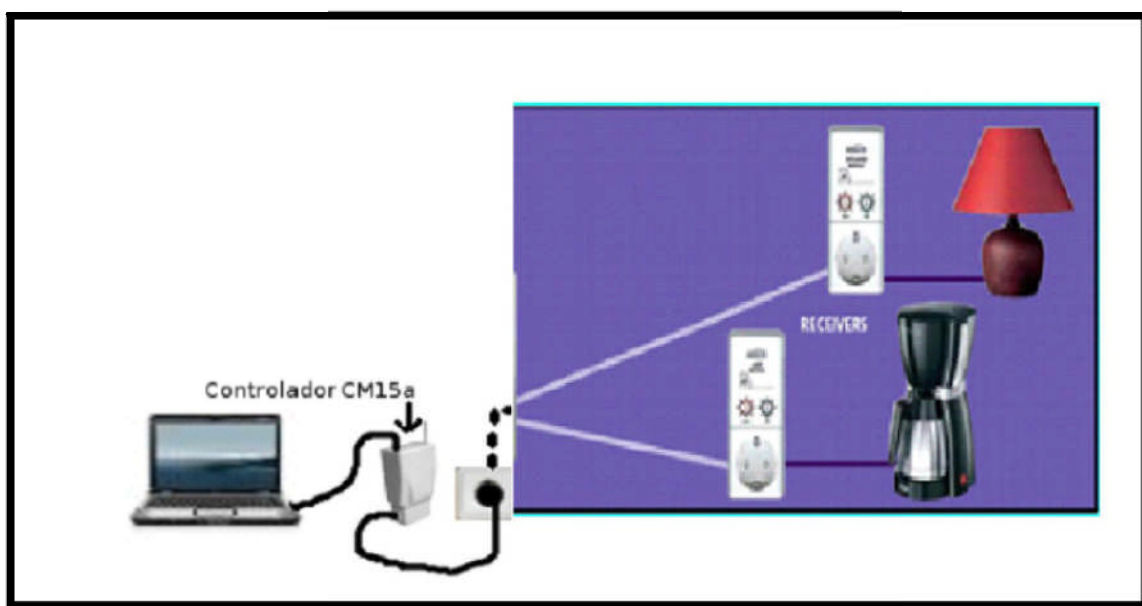
Figura 36: Gestão de energia através do software active Home
Fonte própria, 2010

Este controlo permite acender ou apagar as luzes da casa pelo computador ou automaticamente, em horários programados não necessitando de se dirigir a cada interruptor de luz para poder ligar ou desligar determinado ponto de iluminação. Bastará apenas se activar o *aplicativo controlador* e comandar todos os pontos de luz, internos e externos, a

partir de um local único. Com este sistema *(Active Home)*, a energia é usada apenas quando realmente é necessária, eliminando os gastos desnecessários.

A implementação desta funcionalidade, utiliza 16 módulos de lâmpadas distribuídos por pontos estratégicos, 9 módulos de aparelhos, 1 controlador programável de PC X-10 com o software *Active Home*, e 8 interruptores X-10. A tabela 7 apresenta os compartimentos onde estão instalados os dispositivos e as quantidades de cada dispositivo.

Tabela 7: recursos para implementação do controle de energia através de PC

Fonte própria, 2010

Divisões	Pisos	Quantidade			
		Módulo de Lâmpada	Módulo de Aparelho	Controlador programável de um PC	Interruptor X-10
Saleta	1º Andar	2	1	---------	---------
WC 7	1º Andar	---------	---------	---------	1
Quarto principal	1º Andar	2	1	---------	---------
Quarto 2	1º Andar	2	---------	---------	---------
Quarto 3	1º Andar	2	---------	---------	---------
Roupeiro	1º Andar	---------	---------	---------	1
Terraço	1º Andar	---------	---------	---------	1
Sala	R/Chão	4	1	---------	---------
WC3	R/Chão	---------	---------	---------	1
WC5	R/Chão	---------	---------	---------	1
Cozinha	R/Chão	---------	4		1
Escritório	R/Chão	2	2	1	---------
WC1	C/V	---------	---------	---------	1
Lavandaria	C/V	---------	---------	---------	1
Quarto1	C/V	2	---------	---------	---------

Não podemos nos esquecer, de que todos os sistemas X-10 dependem de energia eléctrica para funcionar. Por isso, é importante ter uma fonte alternativa de energia, para que caso faltar a energia, o edifício funcione de maneira independente.

Neste trabalho propõe-se um sistema de energia fotovoltáico de 12VDC/230VAC, (figura 37), por apresentar vantagens como: grande vida útil, acima de 25 anos, não produz contaminação ambiental, o sistema é modular levíssimo, simples de instalar, com fácil manuseio e transporte podendo ser ampliado conforme sua necessidade. É compatível com qualquer bateria, a manutenção é quase inexistente, não possui partes móveis que possam se desgastar, e gera energia mesmo em dias nublados.
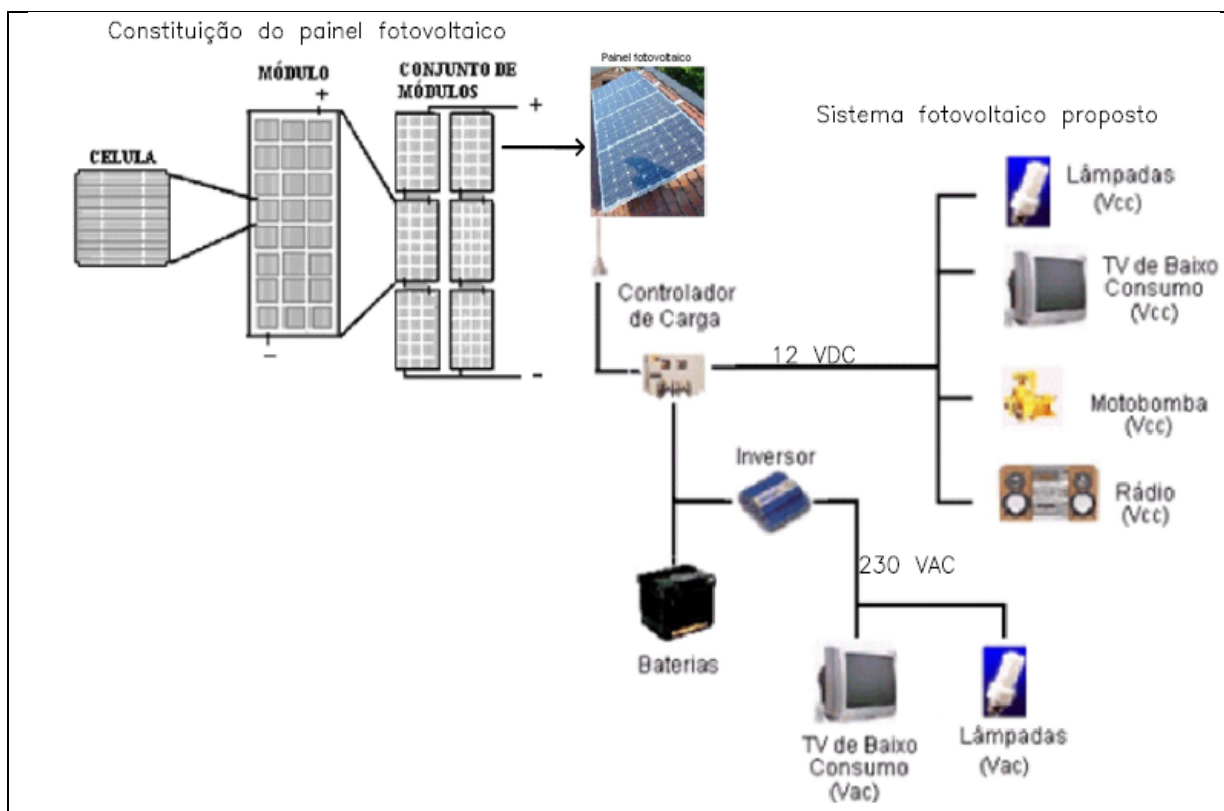
Figura 37: Sistema fotovoltáico proposto

Fonte: www.solenerg.com.br, modificado

Embora as vantagens deste sistema sejam indiscutíveis, existem alguns aspectos negativos que importa focar: as células fotovoltaicas necessitam de tecnologia sofisticada para sua fabricação, possuem custo de investimento elevado, o rendimento real de conversão de um módulo é reduzido (o limite teórico máximo numa célula de silício cristalino é cerca de 28%), necessita de um armazenador de energia, e o seu rendimento é dependente do índice de radiação, temperatura, quantidade de nuvens, dentre outros.

Este sistema tem a capacidade de alimentar 5 lâmpadas de poupança de 10W (3 horas/dia), uma televisão 50W (4 horas/dia), um frigorífico classe A (consumo diário 500Wh/dia), e outros electrodomésticos. É composto por, 5 módulos fotovoltáico 85W, uma bateria estacionaria 470 Ah/100h, um regulador de carga e um inversor (c/ regulador 25h), (www.solenerg.com.br).

4.3.2. Controlos de segurança

Os controlos de segurança são aplicados a fim de detectar quaisquer sinais de invasão da propriedade. Neste projecto os sensores de presença, foram colocados em locais estratégicos como (Garagem, pátio, escadas, corredores), em que, caso o sistema esteja em funcionamento, se algum sensor for activado, será accionado um dispositivo actuador, neste caso uma sirene, ao mesmo tempo que se envia mensagens para os telemóveis dos moradores, informando do ocorrido. Se o alarme for disparado durante a noite, as luzes da casa e do pátio serão ligadas, para afastar o invasor. Nas portas e janelas foram instalados detectores de intrusão (sensores magnéticos) sensíveis ao movimento de abertura das mesmas. O funcionamento deste controlo é demonstrado na figura abaixo.
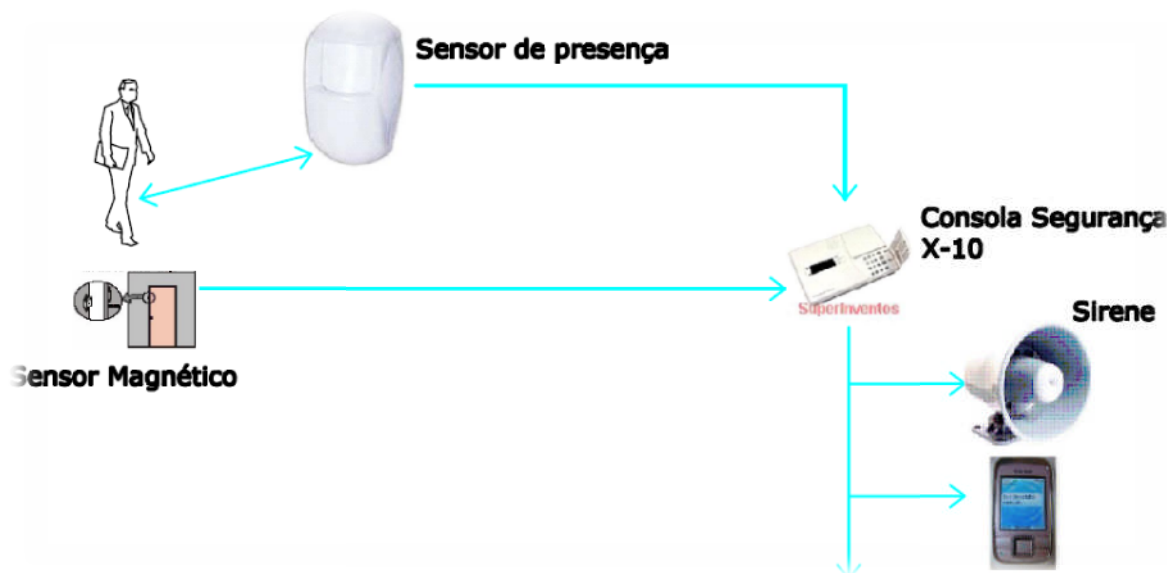
Figura 38: Estrutura de controlo de segurança
(fonte própria, 2010)

Também, para o controlo de segurança foi proposto uma leitora RFID (identificação por rádio frequência) a ser colocado no portão, onde, ao chegar a casa de carro, a casa identifica o

morador através da leitora RFID e um tag instalado na parte frontal do veículo. Ao identificar que o veículo é de um morador, a leitora RFID acciona a abertura do portão e acende as luzes do pátio. Ao confirmar que o carro já entrou em casa, mediante a utilização de sensores de presença na linha de abertura do portão, o sistema acciona o fecho do portão.

Para o acesso ao edifício, foi colocado um sensor biométrico na porta de entrada do edifício, que permite a identificação prévia do visitante e que possibilita efectuar determinadas acções de acordo com a programação desejada pelo usuário.

Ainda, foi instalado um sistema de CFTV (circuito fechado de televisão) composto por 4 câmaras internas e externas, ligados ao computador que fica no escritório. Essas câmaras farão a vigilância e a gestão do edifício.

- Sistemas de Detecção de incêndios

Na cozinha foi implantada um sensor de gás, que tem como função a notificação da detecção de alarmes técnicos. Estes podem, em situação de casa desocupada, desligar o fornecimento de água, e electricidade.

A (tabela 8) especifica a quantidade de cada dispositivo utilizado no controlo de segurança, e os compartimentos onde foram instalados os dispositivos.

Tabela 8: Quantificação dos recursos para o controlo da segurança (fonte própria, 2010)

Divisões	**Pisos**	**Quantidade**					
		Sensor gás	**Vídeo Vigilância**	**Consola de segurança**	**Leitora de RFID**	**Sirene**	**Sensor Magnético**
Cozinha	R/Chão	1	---------	---------	---------	--------	1
Pátio Tardoz	R/Chão	---------	2	---------	---------	--------	3
Pátio Lateral	R/Chão	---------	1	---------	---------	--------	---------
Pátio Frontal	R/Chão	---------	1	---------	---------	--------	5
Escritório	R/Chão	---------	---------	1	---------	-------	1
Garagem	C/V	---------	---------	---------	1	1	---------
Escadas	C/V	---------	---------	---------	---------	--------	---------
Salão aberto	C/V	---------	---------	---------	---------	1	---------
Quarto	Piso1	---------	---------	---------	---------	--------	2

4.4. Dicas para a instalação dos dispositivos

- Interface X10-Controlador Bidireccional

Procedimentos para a instalação:

1º Antes de começar, verifique se o sistema está desligado;

2º Coloque as baterias no controlador bidireccional (passo1);

3º Ligue a ficha de 9 pinos (do controlador bidireccional) a uma porta série do computador (passo 2) e a ficha tipo RJ11 ao controlador bidireccional (passo 3);

4º Pode aproveitar para ligar o computador à tomada do controlador bidireccional.
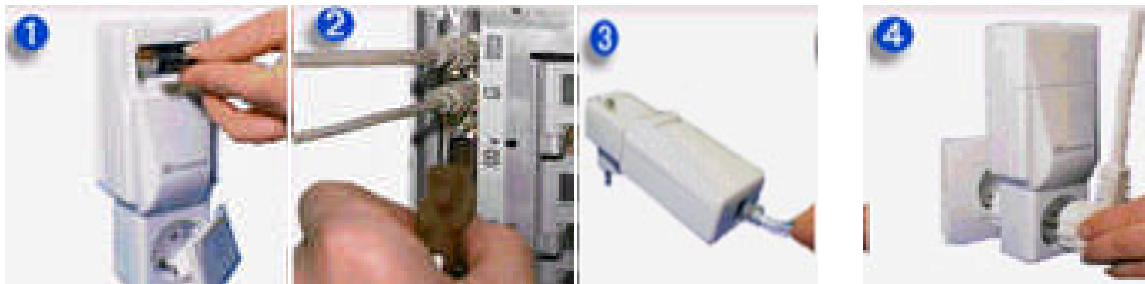
Figura 39: instalação do módulo de PC
Fonte www. SuperInventos.com

- Módulo de Lâmpadas

O procedimento de instalação e configuração do módulo são ilustrados pela (figura 42).

1º Ligação da ficha da lâmpada ao módulo X-10

2º Ligação do módulo à tomada

3º Ao módulo X-10 já acoplado à tomada, deve-se fazer a configuração do código da casa e do dispositivo. Depois de efectuada a instalação e configuração, o módulo está pronto a ser utilizado. Bastará ao utilizador enviar o endereço correspondente ao do módulo.
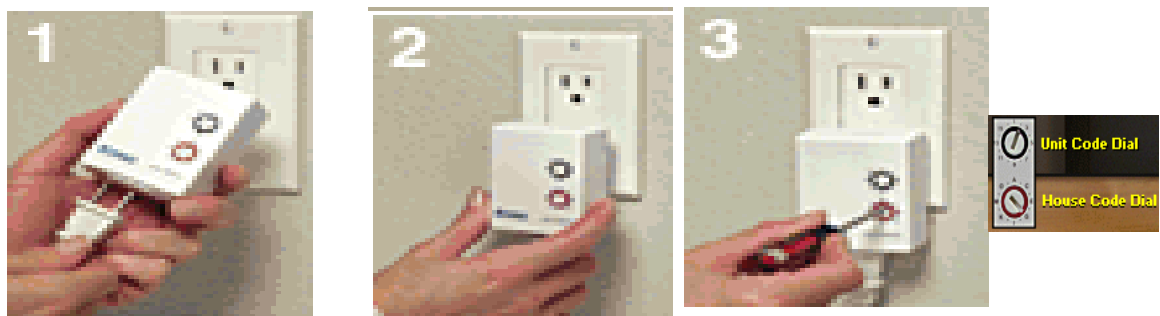
Figura 40: instalação módulo de lâmpadas
Fonte www. SuperInventos.com

4.5. Estimativa dos custos do projecto proposto

O custo deste projecto de automação foi calculado mediante a extracção dos preços unitários dos módulos e periféricos, no site da Super Inventos. Os custos obtidos dos módulos são apresentados na Tabela 9, e dos periféricos na Tabela 10.

A mão-de-obra para a instalação dos equipamentos foi considerada em 5% dos custos dos módulos, mais os custos dos periféricos, como se pode ver na Tabela 11. Como todos os equipamentos são importados, incluiu-se também uma percentagem de 45 % para os custos alfandegários, onde 30% é para o despacho e 15% é a parte da IVA, totalizando 45%. Os cálculos são apresentados na Tabela 12.

Tabela 9: Custo dos módulos (Fonte www. SuperInventos.com)

Quantidade	Referencia	Descrição	Preço Unitário	Preço total
1	X10CM15 USB	Controlador programável de um PC	78,75€	78,75€
1	X10TM13	Módulo transmissor	20,35 €	20,35 €
18	X10AM12	Módulo de lâmpada de aplicação (ON/OFF)	25,05 €	450,9 €
8	X10AW10	Interruptor X-10	44,95 €	359,6 €
1	SC2800	Consola de controlo domótico X-10	109,85 €	109,85 €
9	PR2020	Módulo de aparelhos	25,05 €	100,2 €
Total			1120€ ≈123.162$00	

Tabela 10: Custo dos periféricos (Fonte www. SuperInventos.com)

Quantidade	Referencia	Descrição	Preço Unitário	Preço total
12	X10DS18	Detectores de abertura de portas / janelas	34,05 €	408,6 €
8	X10MS18	Detector de movimento	61,25 €	490 €
8	MS8000	Sensor de luminosidade	19,95 €	159,6 €
1	X10SD18	Sensor óptico de fumo	84,65 €	84,65 €
2	X10PH7208	Sirene	123,45 €	246,9 €
1		Leitora RFID	214,95 €	214,95 €
4	Câmara IP	Câmara Dia/Noite 0 lux c/ pala resistente à água	247,55 €	990,2 €
1	BR800I	Sistema de energia solar 12VDC/230VAC	3900 €	3900 €
Total			6784 € ≈746.240 $00	

Nota: Ao custo do sistemas de energia solar, tem-se que acrescentar mais 12% de IVA.

Tabela 11: Custo de instalações (Fonte própria, 2010)

Quantidade	Referencia	Descrição	Preço Unitário	Preço total
1	IN5	Instalação	2001,775 €	2001,775 €
Total				2002€ ≈ 220.220$00

Tabela 12: Custo de alfândega (Fonte própria, 2010)

Quantidade	Referencia	Descrição	Preço Unitário	Preço total
1	AL1	Alfandega	1801,59 €	1801,59 €
Total				1802 € ≈ 198.175$00

O custo total do projecto de automação foi calculado através da soma dos custos dos módulos X-10, dos periféricos, das instalações, e dos custos de alfândega. Feitas as contas obteve-se um custo total do projecto de automação de aproximadamente 1.287.772$00. A (tabela 13) apresenta o total de custo de automação.

Tabela 13: Custos totais (Fonte própria, 2010)

Descrição	Preço Total
Custos dos módulos X-10	1119,65 €
Custos de periféricos	6784 €
Custos de instalações	2001,775 €
Custos de alfândega	1801,59 €
Total	11.707 € ≈ 1.287.772$00

O custo de construção estimado para o edifício é de 28.455.000$00, então pode-se calcular a percentagem que o projecto de automação tem, no custo total edifício. Somando os custos de automação, e os custos de construção, obteve-se um total de 29.742.772$00. Neste caso, pode-se concluir que a automação é somente 4.3% do custo total do empreendimento.

Conclusão

A intenção deste trabalho foi de, mostrar ao leitor, a importância e a diversidade tecnológica que envolve o mundo dos edifícios inteligentes e a domótica. Foram abordados diversos factores considerados relevantes ao estudo, entre eles: o conceito e a evolução dos edifícios inteligentes, a domótica, as tecnologias que compõem um sistema de automação residencial, as funções que eles desempenham e as suas interacções.

A análise dos tais factores durante a pesquisa, relatados nos capítulos anteriores, leva-nos às seguintes conclusões:

- Um edifício inteligente necessita "nascer inteligente", pois após a sua construção é praticamente inviável a sua adaptação.

- Através desta nova forma de projectar e construir, é possível conseguir importantes vantagens económicas que amortizam rapidamente o investimento realizado: a economia nos gastos de energia eléctrica e água, a possibilidade de exercer uma vigilância total nos sistemas através da integração dos mesmos, melhora nos padrões de segurança, conforto e produtividade, além de uma manutenção e valorização mais eficiente do imóvel.

- Com o emprego de técnicas de automação residencial, é possível garantir uma utilização racional de energia e um provimento contínuo de dados que, analisados adequadamente, viabilizam o controlo e a operação parcimoniosa dos serviços ou funções da edificação, bem como a sua alta integridade.

- Quanto aos protocolos utilizados em automação residencial, pode-se concluir que em condições normais, numa casa com dimensões médias, o protocolo X-10 é uma alternativa fiável para a instalação de um sistema de domótica.

Relativamente aos questionários aplicados a profissionais e alunos da Construção Civil, pode-se concluir-se que a iniciativa de se construir Edifícios Inteligentes em Cabo Verde é viável economicamente, e é vantajosa a sua inserção no meio ambiente, pois proporciona o menor impacto ambiental possível.

O principal *deficit* de Cabo Verde no campo de projectos de edifícios inteligentes está no preço inicial (preço dos equipamentos, programas), dado que tudo ainda é importado (automação, áudio, vídeo, sensores,) etc.

Embora exista um custo inicial maior do que o de um edifício convencional, todo o investimento feito na construção de edifícios inteligentes, retorna na forma de economia de energia e de recursos naturais, e é absorvido com o passar do tempo durante a sua vida útil com a economia gerada. Assim, além dos empreendedores, toda a população ganha com esse investimento, tornando-o assim de grande valor económico e social. O custo do projecto de automação residencial proposto é de apenas 4% do custo total do empreendimento, o que representa uma percentagem baixa em relação as vantagens proporcionadas. Deste modo podemos concluir que é viável a construção de um edifício deste porte em Cabo Verde.

Este trabalho deve ser usado como ponto de partida para novos conhecimentos nessa área em crescimento.

Bibliografia

Alves J. A, Mota J. (2003), 1ª Edição. Casas Inteligentes. Centro Atlântico, Portugal.

Angel, P. M. F. (1993). Introducción a la domótica.

Bolzani, C. A. M. (2004). Desenvolvimento de simulador de controle de dispositivos residenciais inteligentes: uma introdução aos sistemas domóticos.115 p. Dissertação (Mestrado) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Sistemas Electrónicos.

Barbosa, L. A. G. (2006). Edificações inteligentes: conceitos e considerações para o projecto de arquitectura. 126p. Dissertação (Mestrado em Arquitectura) Faculdade de Arquitectura e Urbanismo / Programa de Pós-graduação em arquitectura, Rio de Janeiro: UFRJ / FAU.

Cavalcanti T. (2008). Tecnologias residências, Hibetec.

Canato D. A. (2007). Utilização de conceitos de integração de sistemas direccionados a domótica – Estudo de caso para automação residencial. Campinas, São Paulo.

Castanheira L. G. (2005). Segurança como componente fundamental do sistema de automação predial.72p. Monografia de graduação em Engenharia de Controle e Automação. Universidade federal de ouro preto – Ufop

Coruja E. D. J. (2005). Solução para controle unificado em um projecto de automação residencial. 55p. Monografia (Bacharelado em Ciência da Computação). Universidade Luterana do Brasil, campos Gravataí.

Ferreira J. A. O. (2008). Interface homem - máquina para domótica baseado em tecnologias Web.. 94p. Dissertação realizada no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores Major Automação. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto - FEUP

Gomazako, M. S. (2007). Conservação de energia em edifícios comerciais através da implementação de dispositivos de automação. Campinas, São Paulo.

Ishimura W. Kenji. (2006). Automação em edifícios residenciais no mercado de alto padrão. Trabalho de conclusão de curso de Engenharia Civil. Universidade Anhenbi Morumbi- São Paulo.

Neto A. D. L, MENON R. O. (2004). Monitoramento e controle residencial via software. Faculdade de Engenharia de Sorocaba - FACENS, Sorocaba / SP.

Nunes, R. J. C. (1995). "Integração de Serviços para Edifícios Inteligentes.". Tese de Doutoramento em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, Instituto Superior Técnico.

Nunes João, Pedro Fonseca, Rui Quadrado. Automação de processos industriais. Licenciatura em engenharia electrotécnica e de computadores. Sistemas de decisão de controlo.

Nunes J. Pereira. (2009). Configuração de Sistemas Domóticos. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Informática e de Computadores. Instituto superior Tecnico, Universidade Técnica de Lisboa.

Neves, R. P. A. (2002). Espaços arquitectónicos de alta tecnologia: os edifícios inteligentes. 154p. Dissertação (Mestrado em Arquitectura e Urbanismo) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

Neves, R. P. A. de A. CAMARGO, Azael R. (2004). Gerenciamento de facilidades em edifícios inteligentes. Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projecto na Construção de Edifícios. 6 P. Rio de Janeiro, RJ. Anais electrónicos. UFRJ.

Molina A. V; Lopes D; SILVA P. H. (2006). Domótica: Do Controle ao Desenvolvimento Prático do Projecto. 61f. - Monografia (Bacharelado em Ciência da Computação) Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS-MG, Varginha.

Muratori, J. R; Forti, J.C; Omai, P.(2004). Associação Brasileira de Automação Residencial - Home Cabling Training Manual.

Oliveira Adriano M. (2005). Automação Residencial. Monografia (Bacharel em sistemas de informação) - Centro Universitário de Araraquara – UNIARA, Araraquara.

Pereira, K. R. C. Sistema para Controle e Supervisão Remota para Automação Residencial. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

René A. R. J. (2006). Sistema de automação residencial com central de controle micro controlada e independente de PC. 91p. Tese (Bacharelado em Ciências da Computação) - Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.

Rheingantz P. A. Marketing Inteligente, edifícios espertos, Arquitectura.

Robert C. Elsenpeter, Toby J. Velte -Build Your Own Smart Home- United States of America -The McGraw-Hill Companies- Copyright © 2003.

Sayegh S. Força domada: quilowatts de economia. Revista Téchne, 53, 56- 65, 2001. São Paulo. Ed. PINI.

Sena Diane C. S. Automação residencial. 2005. 109p. Tese (Licenciatura em Engenharia elétrica) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória – es.

Sgavioli R. V. Proposta de método para levantamento de requisitos de Prédios Inteligentes. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Silva F. C. (2006). Redes de Comunicação para Aplicações em Automação Residencial: Revisão de Literatura. 78p. Monografia de Graduação. Universidade Federal de Lavras. Departamento de Ciência da Computação, Minas Gerais.

Silva N. f. j. (2007). Internet via rede elétrica, uma solução Viável? Feira de Santana – BA. 2007.

Teixeira F, Mendes H, Miranda I, Neiva J, Cunha M. J, Martins V. Projecto SOAP- “Que utilização de Domótica é feita nas instalações da FEUP?”. Universidade do Porto Faculdade de Engenharia - FEUP.

Terual Evandro C. (2008). Uma Proposta de Framework para sistemas de automação residencial com interface para WEB. Centro Estadual de Educação Tecnológico Paula Sousa - São Paulo.

Teza, V. R. (2002). Alguns aspectos sobre a Automação residencial – domótica. Dissertação (Mestre em Ciência da Computação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Valente Alexandre L. Controlo remoto de condições ambientais. Faculdade de ciências. Universidade de Lisboa, Portugal.

Referências Bibliográficas – Sites da Internet

AURESIDE (Associação Brasileira de Automação Residencial) Temas técnicos: Conceitos Básicos, Benefícios da automação. Disponível em:

http://www.aureside.org.br/temastec/default.asp?file=concbasicos.asp>.Acesso em: 20/10/09.

Aflaloegasperini URL: <http://www.aflaloegasperini.com.br> Acesso em: 27/10/2009.

Avanzada URL: <http://www.avanzada7.com> Acesso em: 27/10/ 2009.

Clark URL:<http://www.clark.edu> Acesso em: 6/11/ 2009.

Comprartodaoferta URL: <http:// www.comprartodaoferta.uol.com.br> Acesso em: 6/11/ 2009.

Eletronicall URL: <http://www.eletronicall.com.br> Acesso em: 5/03/ 2010

Emporis URL: <http://www.emporis.com> Acesso em: 5/03/ 2010

Gta URL: <http:// www.gta.ufrj.br > Acesso em: 5/03/ 2010

Rfidsystems URL: <http:// www.rfidsystems.com.br/> Acesso em: 11/03/ 2010

SuperInventos URL: <http://www.superinventos.com> Acesso em: 16/05/ 2010.

SecurityShop URL: <http://www.securityshop.com.br> Acesso em: 16 /05/2010.

Solenerg URL: <http://www.solenerg.com.br> Acesso em: 2 /08/2010

Wikipédia URL: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Edificio inteligente> Acesso em: 20/10/2009.

ANEXOS

A. Conceitos e definições

APÊNDICES

A. Inquérito aplicado aos profissionais e alunos da Construção Civil, e análise dos questionários

B. Projectos de automação residencial proposto

Anexo A. Conceitos e definições

Nesta secção iremos referir termos e designações relevantes que necessitem de uma explicação adicional para a sua compreensão:

Actuadores	Realizam o controlo de elementos como electroválvulas (água e gás), motores (portas, elevadores, portões), ligar, desligar e variar a iluminação ou o aquecimento, ventilação e ar condicionado, sirenes de alarme.
Automação	(do inglês Automation), é um sistema automático de controlo pelo qual os mecanismos verificam seu próprio funcionamento, efectuando medições e introduzindo correcções, sem a necessidade da interferência do homem.
Automatização	Entende-se a capacidade de se executar comandos, obter medidas, regular parâmetros e controlar funções de uma casa automaticamente.
Barramentos	São padrões de redes de comunicação industrial para controlo distribuído em tempo real.
Controladores	Administram a instalação, recebem a informação dos sensores, exercem funções específicas de controlo e transmitem aos actuadores;
Dispositivos Específicos	Elementos necessários ao funcionamento do sistema como modems ou roteadores, barramentos, cabos, e outros meios de transmissão de informação.
Home-teather:	Referem-se ao sistema de áudio e vídeo de última geração.
Imótica	Neologismo empregado para o uso de tecnologias de automação e controle em edifícios comerciais, referindo-se ao público a que se destina. Incorpora outros objectivos

além da domótica, como a satisfação da estrutura empresarial na qual está inserido.

Minitel É um aparelho portátil que possibilita a conexão em redes de dados à distância. Está equipado com um pequeno visor e teclas.

Minuterias São interruptores temporizados.

Relê É um comutador eléctrico que pode ser operado magnética ou electromagneticamente.

Roteador Dispositivo computacional responsável pela interconexão de redes. Quando estático transfere informação de uma rede para outra compatibilizando diferentes protocolos. Quando dinâmico, tem a capacidade de estabelecer a melhor rota -a mais rápida -para que a informação chegue ao seu destino.

Sistemas de integração São o processo de sistema conectados: ferramentas e programas que em conjunto com a arquitectura formam um corpo de diferentes possibilidades de transformações de dados.

Software Conjunto de instruções que gerenciam o hardware do computador.

SMS Formato de envio de mensagens curtas para celulares.

WAP Padrão internacional criado pelo WAP fórum para aplicações que utilizam comunicações sem fio (internet móvel), como por exemplo, acesso à internet a partir de um telefone celular.

Telemática É o conjunto de tecnologias da informação e da comunicação resultante da junção entre os recursos das telecomunicações e da informática.

Apêndice A. Inquérito aplicado aos profissionais e alunos da Construção Civil, e analise dos questionários.

A1. - Questionário

Objectivo: Com este questionário pretende-se obter algumas informações sobre os conhecimentos e as opiniões dos profissionais e alunos da área de Construção Civil em Cabo Verde, acerca de Edifícios Inteligentes e da Domótica**.**

Preenchimento: responda às perguntas seguintes. Escolha a opção correcta com uma cruz.

Nome da Empresa ___________________________________

Profissão: ____

1. **Sabe o que é um Edifício Inteligente?**

☐ **Sim**
☐ **Não**

2. **Defina Edifício Inteligente.**

....
....
....
....
....
....

3. **Qual a principal vantagem dos Edifícios inteligentes?**

☐ **1- Comodidade**
☐ **2 - Segurança**
☐ **3- Gestão Energética**
☐ **4- Retorno de Capital investido**
☐ **6- Cuidado com o meio ambiente**

4. **Acha que em Cabo Verde existe edifício inteligente?**

☐ **Sim**
☐ **Não**

5. **Sabe o que é Domótica?**

☐ **Sim**
☐ **Não**

6. **Achas viável construir um edifício inteligente em Cabo Verde?**

☐ **Sim**
☐ **Não**

7. **Qual a principal dificuldade da implantação de Edifícios Inteligentes, em Cabo Verde?**

☐ **1- Importação dos meterias**
☐ **2 - Preço inicial é demasiado alto**
☐ **3- Necessidade de recorrer a Técnicos Especializados**
☐ **4- Falta de conhecimento**

8. **Acha que se deveria apostar mais nesta área?**

☐ **Sim**
☐ **Não**

Muito Obrigada pela sua colaboração!

Autora: Auriza Lopes de Barros

A2. - Apresentação e análise dos questionários

Pretendendo conhecer a opinião dos profissionais e alunos da área da Construção Civil relativamente aos edifícios inteligentes e a domótica, foi elaborado um estudo quantitativo, (questionário por inquérito), que nos permitiu obter um número significativo de respostas, que admitimos constituírem uma base aceitável para extrapolação de resultados, sendo estes resultados apenas aproximados. Este inquérito foi distribuído para diversas empresas de construção civil na Cidade da Praia (áreas de projectos, fornecimentos de matérias, e construção), Técnicos do Ministério Estado Infra-estruturas e Transportes e Telecomunicações (MEITT), e na Universidade Jean Piaget (alunos do 4º ano de Engenharia Civil, e Arquitectura) onde obtivemos um total de 30 inquiridos. Seguidamente apresentam-se os resultados do inquérito.

1.Sabe o que é um edifício inteligente?

Sim Não

10%

90%
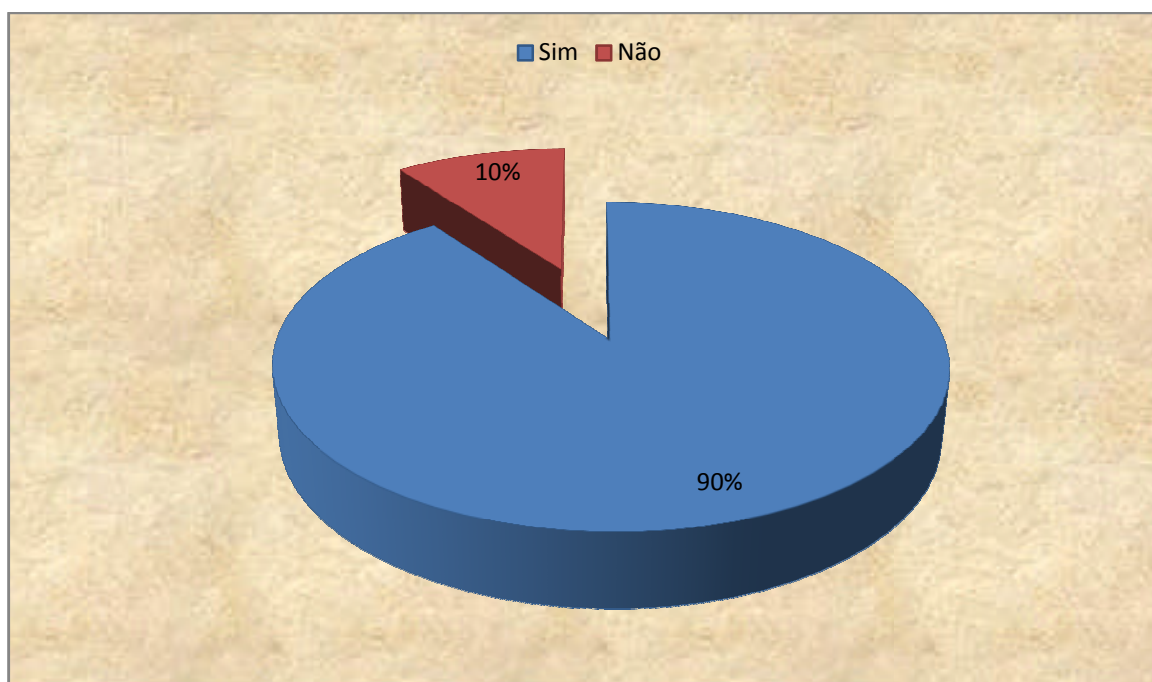
Gráfico 2: Gráfico das respostas á questão 1 do inquérito

De acordo com a análise efectuada, verifica-se que 90% dos inqueridos sabem a definição de Edifício Inteligente, e somente uma margem de 10% não tem conhecimento desse conceito.

2.Defina edifício inteligente.

Da análise das respostas, constata-se que um edifício inteligente é aquele que gere da melhor forma os seus recursos energéticos e ecológicos. A esta pergunta, também obtivemos outras respostas que contemplavam inovações tecnológicas no edifício e automatização dos serviços domésticos.

3.Qual a principal vantagem dos edifícios inteligentes?
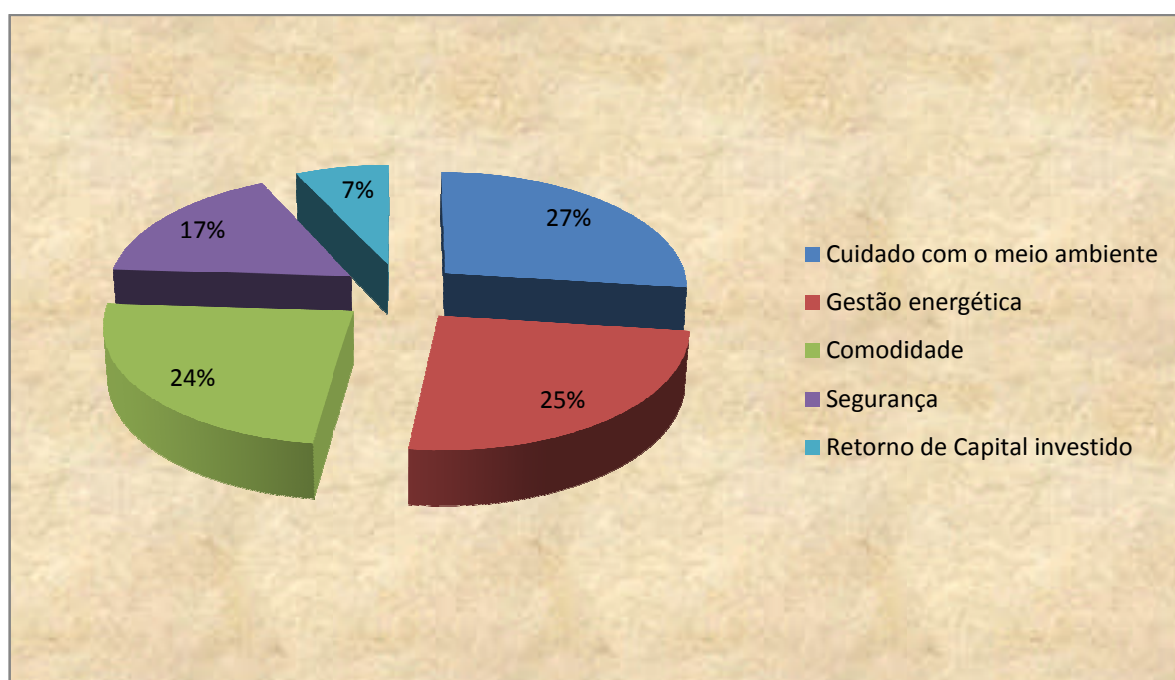
Gráfico 3: Gráfico das respostas á questão 3 do inquérito

No que diz respeito às vantagens dos edifícios inteligentes, 27% dos inqueridos acreditam que o cuidado com o meio ambiente é a principal vantagem dos edifícios inteligentes, 25% consideram que é a gestão energética, 24% a comodidade, 17% a segurança. Apenas 7% dos inquiridos consideram que o retorno do capital é vantajoso.

4.Acha que em Cabo Verde existem edifícios inteligentes?
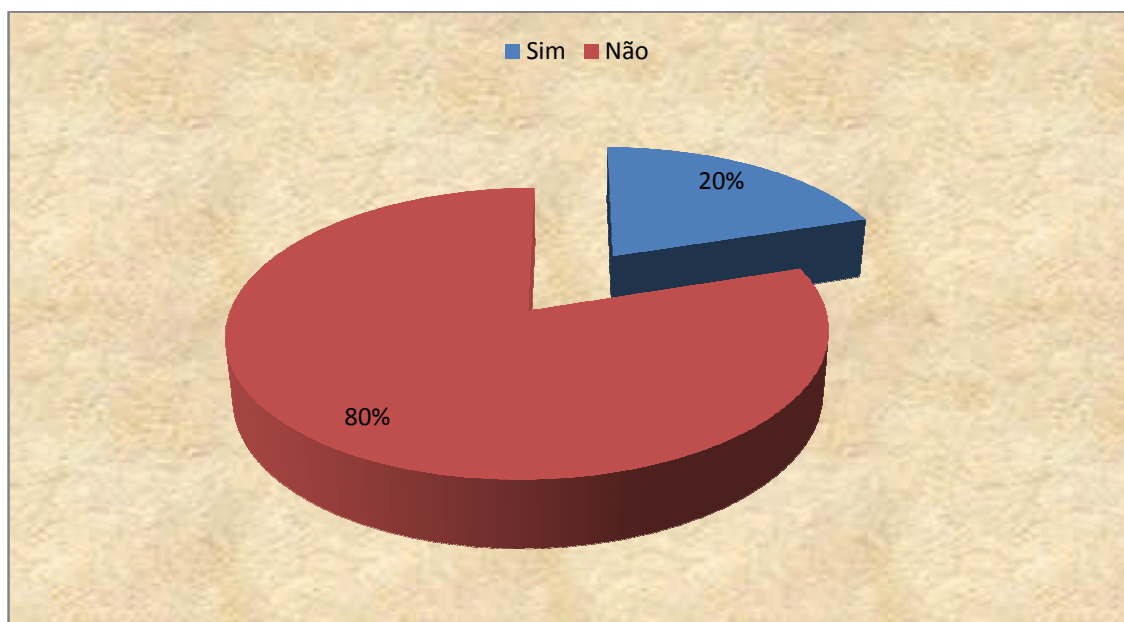
Gráfico 4: Gráfico das respostas a questão 4 do inquérito

80% dos inquiridos dizem que não existem edifícios inteligentes em Cabo Verde, o que mostra que a maioria dos inquiridos compreendem o verdadeiro significado de edifício inteligente. Apenas 20% dos inquiridos consideram que existem edifícios inteligentes em Cabo Verde.

5. Sabe o que é a Domótica?
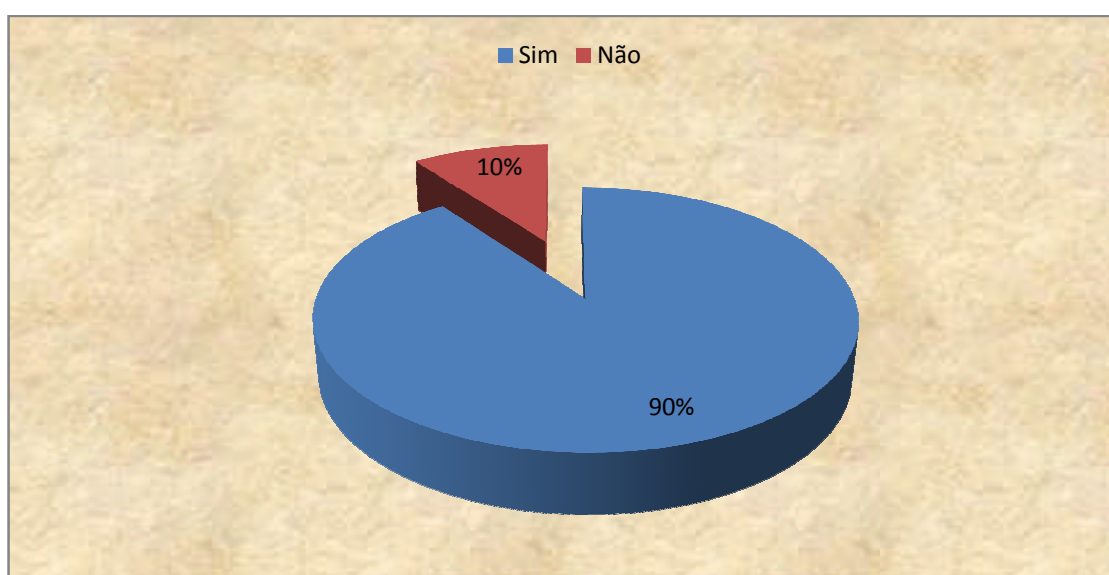
Gráfico 5: Gráfico das respostas a questão 5 do inquérito

6.Achas viável construir um edifício inteligente em Cabo Verde?
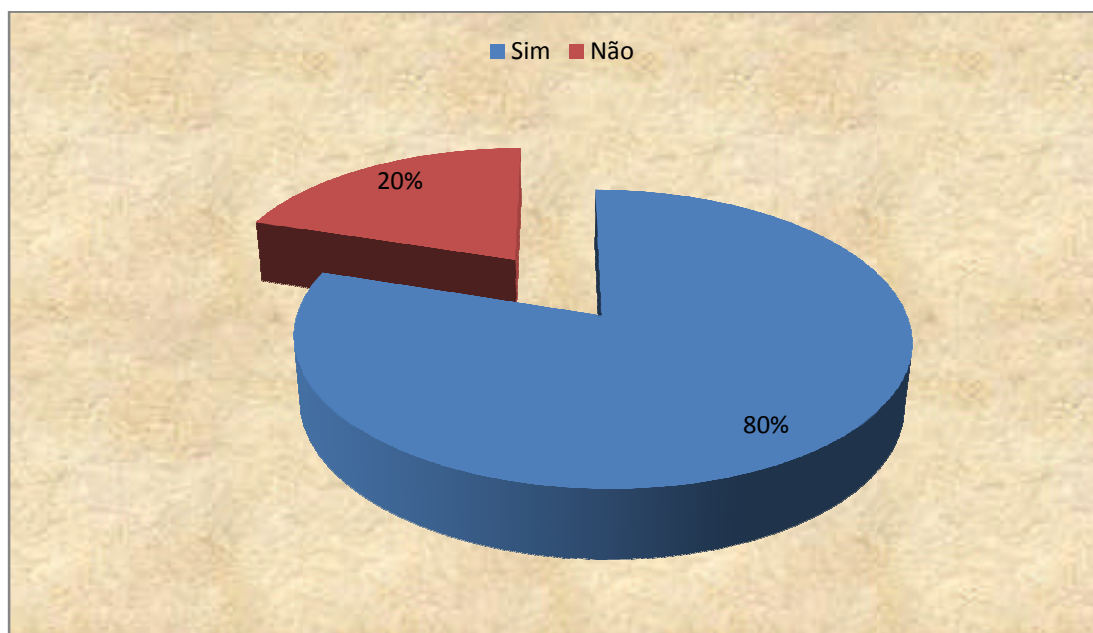
Gráfico 6: Gráfico das respostas a questão 6 do inquérito

A viabilidade da construção de um edifício inteligente em Cabo Verde teve a sua pontuação positiva. 80% dos inquiridos afirmaram que é viável a construção de um edifício inteligente em Cabo Verde, mas em contrapartida, 20% dos inquiridos não acham viável esta construção em Cabo Verde.

7.Qual a principal dificuldade da implantação de edifícios inteligentes, em Cabo Verde?
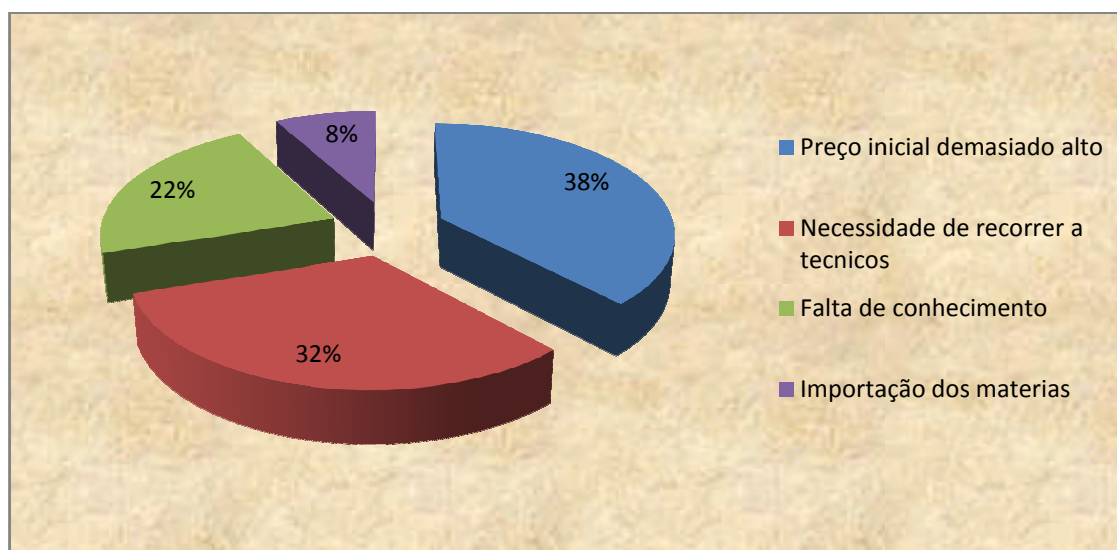
Gráfico 7: Gráfico das respostas a questão 7 do inquérito

Segundo os nossos inquiridos, a maior dificuldade em fazer a implantação de um edifício inteligente em Cabo Verde está no seu preço inicial (38%), seguido da necessidade de recorrer a técnicos especializados (32%). Cerca de 22% dos inquiridos alegam, que a falta de conhecimento constitui um entrave à implantação de edifícios inteligentes em Cabo Verde, e apenas 8% acredita que a principal dificuldade está na importação dos materiais.

8.Acha que se deveria apostar mais nesta área?
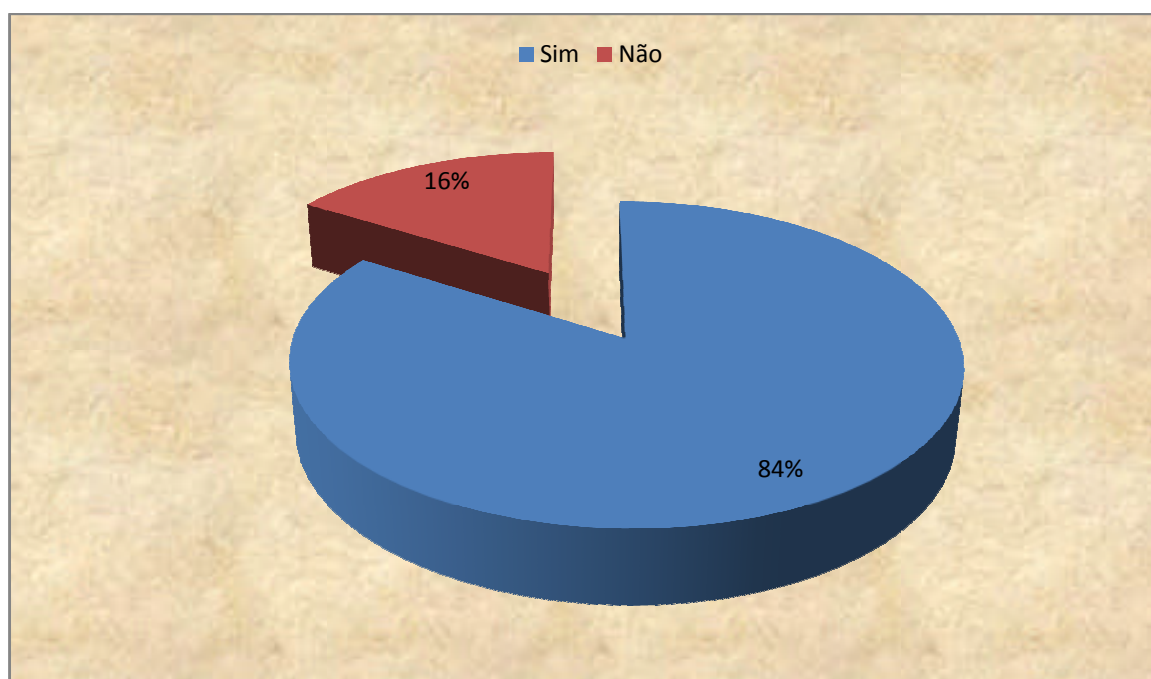
Gráfico 8: Gráfico das respostas a questão 8 do inquérito

Insatisfatórias foram as respostas a esta última pergunta. Apesar de grande parte dos inquiridos (84%) ter respondido que se devia investir na domótica, houve alguma parte, cerca de 16%, que mostraram alguma resistência em aceitar esta inovação.

Apêndice B. Projecto de automação residencial proposto

B 1. - Gestão inteligente de energia

B 2. - Controlo de Segurança